Phys. sp.
173d

Dettingshausen. M.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Versuch

einer

speculativen Physik.

Von

U. Dellingshausen.

Leipzig,
Verlag von Otto Wigand.
1851.

Digitized by Google

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Digitized by Google

Bayerische
Staatsbibliothek
MÜNCHEN

Einleitung.

Durch die sinnlichen Empfindungen werden schon beim Kinde einerseits das Selbstbewußtsein, das Wissen von seinem eignen Dasein; andererseits die Wahrnehmung einer Welt hervorgerufen. — Ein Gegenstand tritt in derselben besonders hervor, nämlich derjenige, welcher von jedem Menschen „mein Körper" genannt wird. — Obwohl derselbe, wie alle andern Gegenstände, betastet und gesehen werden kann, so zeichnet er sich dennoch von ihnen, die nur vorübergehend in der Wahrnehmung erscheinen, nicht nur allein durch seine beständige Gegenwart in derselben aus, sondern er scheint auch in einem besondern Verhältnisse zu

Digitized by Google

den Empfindungen des Menschen zu stehen, indem dieselben nur dann stattfinden, wenn die Organe dieses Körpers bestimmten Einwirkungen ausgesetzt sind. — Auch bringen ähnliche Erscheinungen verschiedene Empfindungen hervor, je nachdem derselbe mehr oder weniger dabei betheiligt ist. — So z. B. wenn der Mensch bemerkt, daß zwei Gegenstände mit einander zusammenstoßen, so sieht er zwar daß dieses geschieht, es bleibt aber gewöhnlich für ihn ganz gleichgültig, ist es hingegen sein eigener Körper, der mit einem andern Gegenstande in Berührung kommt, so wird dieses nicht nur gesehen, sondern auch noch, oft mit dem Gefühle des Schmerzes begleitet, empfunden. — Indem der Mensch auf diese Umstände aufmerksam wird, bemerkt er, daß in dem Verhältnisse seines Ich zu seinem Körper und zu den übrigen Gegenständen ein Unterschied obwaltet, es tritt die innige Verbindung des Ich und seines Körpers hervor, wodurch Alles, was diesem letztern wiederfährt, von ihm lebhafter empfunden wird, als was mit den andern Gegenständen geschieht. — In Folge dessen gewöhnt er sich daran, sein Ich auf seinen Körper zu beschränken, sich als in demselben enthalten zu betrachten. — So sieht er seine übrige Wahrnehmung als diejenige einer ihm äußerlichen Welt an, indem er sie als außerhalb seines Körpers erblickt, und schreibt ihr ein ebenso reelles Dasein zu, wie sich selbst, weil einerseits das Wissen von seinem Ich in einem Wissen von seinem Körper besteht,

Digitized by Google

andererſeits aber die Wahrnehmung ſeines Körpers und der Welt ihm auf dieſelbe Weiſe mitgetheilt wird.

Dieſe Welt erſcheint dem Menſchen als aus Gegenſtänden und Körpern zuſammengeſetzt, welche durch ihre Eigenſchaften ſich von einander unterſcheiden und als außereinander und als nach drei Dimenſionen ausgedehnt einen Raum einnehmen. Außerdem bemerkt er, daß die Eindrücke, welche dieſe Gegenſtände auf ihn ausüben, wechſeln, daß ſie ſich verändern oder daß dieſes mit ihrer gegenſeitigen Lage zu einander ſtattfindet, daß ſie ſich bewegen. — Indem dieſe Veränderungen und Bewegungen auf einander folgen, bedürfen ſie einer Zeit, und demnach erſcheinen die wahrgenommenen Gegenſtände und die an denſelben bemerkten Veränderungen als im Raume und in der Zeit enthalten und in den Grenzen der Endlichkeit eingeſchloſſen.

Jedoch das Wiſſen, welches ſich der Menſch von dieſer Welt bilden könnte, wenn er dabei, wie der erſte Bewohner der Erde es geweſen ſein mag, blos auf ſeine Wahrnehmungen in dem Bereiche ſeiner Sinne angewieſen wäre, müßte ein höchſt beſchränktes ſein!

Durch die Fähigkeit der Menſchen aber ſich ihr Wiſſen gegenſeitig mitzutheilen, gehen die Forſchungen und Gedanken derſelben für die Nachwelt nicht verloren, ſondern ſammeln ſich von Generation zu Generation zu

Digitized by Google

einem immer größeren Reichthume an. — Sobald dem Kinde die Sprache der Erwachsenen verständlich wird, tritt die Belehrung derselben als Haupterweiterungsmittel seines Wissens auf, und es werden ihm nicht nur die Beobachtungen, Experimente und Erfahrungen der Anderen mitgetheilt, sondern auch die Gedanken und Ansichten, die sich zu bilden gesucht haben. So wächst das Kind zum reiferen Alter heran, indem es seinen Verstand mit Kenntnissen bereichert und sein Gedächtniß übt, sie treu aufzubewahren.

Das Wissen jedoch, welches der Mensch auf die angegebene Weise durch seine eigenen sinnlichen Wahrnehmungen und durch Mittheilung sich aneignen kann, ist weit entfernt, ein zuverlässiges zu sein; indem es ohne Kritik aufgenommen ist, wird es zum getreuen Spiegel der allgemein herrschenden Bildung, und enthält in sich neben mancher Wahrheit auch die Täuschungen der Sinne und die in der Welt verbreiteten Irrthümer. —

Obschon es nun viele Menschen geben mag, welche sich nie über diesen gedankenlosen Standpunkt erheben, welche nie die Macht der Gewohnheit von sich abschütteln und nie dazu gelangen, sich die Frage vorzulegen, ob sie den Beweis haben, daß ihr Wissen ein wahres sei, so schlägt doch gewiß für denjenigen, welcher eine höhere Stufe der Bildung erreicht, gewiß einmal die Stunde, in welcher durch das Auftreten des Zweifels an der Zu-

Digitized by Google

verläſſigkeit ſeines Wiſſens, er zum Nachdenken angeregt wird. — Er ſucht zu beſtimmen, ob er ſeinem Wiſſen trauen könne oder es verwerfen müſſe, und wenn er auch dadurch an Sätzen zweifelt, welche wahr ſind, ſo läuft er doch nicht mehr Gefahr irrige Anſichten in ſeinem Wiſſen gelten zu laſſen. — Doch nicht ſobald erreicht er die Gewißheit, nach der er ſtrebt, nur nach und nach ergreift der Zweifel die einzelnen Sätze ſeines Wiſſens und reizt ihn, ſie zu unterſuchen, ſo daß während der Glaube an einen Theil deſſelben bereits erſchüttert iſt, er noch hofft in dem andern Sätze über alle Zweifel erhaben zu finden, oder in den Anſichten anderer Menſchen die Gewißheit zu erlangen, die er vergebens ſucht. — Er durchblättert deshalb die Schriften älterer und neuerer Gelehrten, verwickelt ſich aber nur, je mehr er ſich mit den Anſichten derſelben bekannt macht, und je mehr er ſein eigenes Wiſſen durchmuſtert, in ein um ſo tieferes Labyrinth ſich einander widerſprechender Behauptungen. — So ſieht er die Menſchen in die verſchiedenſten Religionen zerfallen, dem frommen Bruder ſteht der Atheiſt entgegen, und während die Einen an dem Wortlaute der Bibel feſthalten, wollen die Andern die von ihr geſchilderten Wunder auf natürliche Weiſe erklären, oder betrachten das Leben Jeſu Chriſti als eine Mythe. Bei den politiſchen Fragen gewahrt er die Menſchen ſchwankend zwiſchen dem Princip der unbeſchränkten Monarchie und demjenigen der Nationalſouverainität, wie ſie, je nachdem die Furcht vor den Unordnungen oder die

Digitized by Google

Liebe zur Freiheit vorwaltet, ſich zu dem einem oder dem andern Extreme hinneigen. — In den ſocialen Verhältniſſen ſteht der Lehre von der Unantaſtbarkeit des Eigenthums die Behauptung, Eigenthum ſei Diebſtahl, entgegen, und die Anſichten der Menſchen über die ſie umringende Welt ſind einander ebenſo widerſprechend, wie in den andern Zweigen ihres Wiſſens, es finden ſich Realiſten und Idealiſten, Atomiſtiker und Dynamiker, und dem Glauben an eine reell daſeiende Welt ſtehen die Zweifel von Berkeley und Hume entgegen. — So gelangt endlich der angehende Denker zu der Ueberzeugung, daß zu jeder Behauptung eine ihr entgegengeſetzte aufgeſtellt werden könne, er weiß zuletzt nicht, woran er glauben ſoll und woran nicht, er verſteht noch nicht das Wahre von dem Unwahren zu unterſcheiden. Die ſich widerſprechenden Behauptungen, indem ſie für ihn eine gleiche Autorität haben, heben ſich gegenſeitig auf, und der bis zur Verzweiflung getriebene Wahrheitsforſcher zweifelt endlich an ſeinem ganzen Wiſſen, er fragt, welche Zeugniſſe er von ſeinem eigenen Daſein haben und ob nicht die abſolute Negation allein das Wahre ſei.

Auf dieſer Höhe des Scepticismus angelangt, ſind dem Zweifel unüberſteigbare Grenzen geſetzt — es giebt nichts mehr, an dem gezweifelt werden könnte; — das Denken kann von nun an nicht mehr vernichtend auftreten, ſondern es muß hervorbringend ſein. Der Standpunkt, auf

Digitized by Google

dem der Mensch jetzt angelangt ist und von dem aus, wie Descartes es zuerst ausgesprochen hat, jede Philosophie ausgehen muß, ist derjenige des gleichzeitigen Zweifelns an der Wahrheit des menschlichen Wissens und des Geltenlassens der Möglichkeit derselben. — Und allerdings, wollte man das Zweifeln nicht gestatten, so müßte man bereits die Ueberzeugung der Wahrheit seines Wissens erreicht haben, welche sich jedoch erst in Folge einer zu diesem Zwecke angestellten Untersuchung ergeben kann. — Ebenso muß aber auch neben dem Zweifel an der Wahrheit des Wissens das Geltenlassen der Möglichkeit derselben Platz haben; denn sonst müßte man bereits von der Unwahrheit überzeugt sein, was auch wiederum nur in Folge einer philosophischen Untersuchung stattfinden kann. Von diesem Standpunkte ausgehend gelangt der Wahrheitsforscher zu der Einsicht derjenigen Sätze, an denen er mit Unrecht gezweifelt hat, und als solche enthaltend erkennt er sein sämmtliches empirisches Wissen, welches sich durch seine eigenen sinnlichen Wahrnehmungen und Erfahrungen gebildet hat. — Der Inhalt dieses Theils seines Wissens — seiner Kenntniß — ist folgender:

Indem der Mensch an Allem zweifelt, wird er bei dem Zweifel an seinem eigenen Dasein seines Unrechtes zuerst gewahr, indem das Bewußtsein dieses Zweifels nothwendig das Selbstbewußtsein in sich schließt. — So gelangt er auf bewußte Weise, ebenso wie als

Digitized by Google

Kind, durch seine Empfindungen vor allem Andern zu dem Wissen von seinem eigenen Dasein und auch auf empirischem Wege; denn alle Versuche der Philosophen, das Dasein des Ich zu beweisen, laufen wie der Satz von Descartes „Ich denke, folglich bin ich" zuletzt auf einen Erfahrungssatz hinaus. Das Selbstbewußtsein enthält aber in sich keinen Aufschluß über das Wesen des Ich, und alle Bestimmungen der Philosophen über dasselbe, als ein Denken, ein Geist, müssen als voreilig bezeichnet werden, und es enthält in sich nur das Wissen des Menschen von seinem eigenen Dasein. — Derselbe weiß sich ferner mit zwei Fähigkeiten, dem Empfinden und dem Denken — begabt; er weiß, daß er durch das Erstere zu der Wahrnehmung einer Welt gelangt, ohne sich jedoch bewußt zu sein, wodurch die Wahrnehmungen in ihm hervorgerufen werden, und ohne fähig zu sein, wie Kant es in seiner Kritik der reinen Vernunft versuchte, die Welt als außer dem Ich auf speculativem Wege zu erkennen, weil das Ich noch als unbestimmt auch noch unbegrenzt ist und nicht die Einsicht gestattet, ob etwas in oder außer ihm sei, und nur durch das Beschränken des Ich auf seinen Körper kann für den Menschen die Ueberzeugung einer dem Ich äußerlichen Welt hervorgehen, welche er als aus Materie bestehend ansieht und von der er außer ihrer Realität nur das zu wissen glaubt, wie sie ihm erscheint, nicht aber was sie an sich ist. — Wenn aber die Kenntniß theilweise nur das Wissen von Dem enthält, wie die Welt erscheint, so muß dieselbe

Digitized by Google

doch als ein begründetes Wissen angesehen werden, indem es sich nicht untersuchen läßt, ob die Welt dem Menschen richtig oder falsch erscheint, sondern er sein Wissen von der Erscheinung derselben so aufnehmen muß, wie es ihm durch die sinnlichen Wahrnehmungen eingetheilt wird. Die Kenntniß ist ein gegebenes Wissen, es ist ein Geschenk, das man mit Dank annehmen muß, ohne nach seinem Werthe zu sehen.

Ebenso aber wie der Mensch sein eigenes empirisches, durch seine sinnlichen Wahrnehmungen gebildetes Wissen als ein zuverlässiges anerkennt, sieht er auch ein, daß das empirische Wissen der anderen Menschen es auch sein müsse, wenn nur einige Bedingungen erfüllt sind, wenn sie nämlich die Möglichkeit hatten, ihre Kenntnisse auf eine richtige Weise zu bilden und den Willen besaßen, sie auch getreu wiederzugeben, wenn sie eine hinlängliche Glaubwürdigkeit in Anspruch nehmen können um als Autorität angeführt zu werden. Auf diese Weise kann ein Jeder zu seiner Kenntniß all das Wissen rechnen, welches die Menschen auf empirische Weise erreicht haben. Es ist bereits durch ihren Fleiß zu einem sehr großen Umfange angewachsen, enthält alle Erfahrungen, Beobachtungen und Experimente in sich, welche gemacht worden sind, und ist somit ein Wissen von Thatsachen. — Es besteht aus allen den Wissenschaften, welche sich beschreibend verhalten und nicht über die Grenzen der Erfahrung durch Speculationen hinausgehen. Als solche können ange-

Digitized by Google

führt werden die Experimentalphysik, die Chemie, die Meteorologie, die Botanik, Zoologie, Crystallographie, Mineralogie, Astrognosie, die Geographie, alle positiven Staatswissenschaften, als: erzählende Geschichte und Statistik, die Physiologie als eine Sammlung von Erfahrungen und Beobachtungen über das Leben der Pflanzen und Thiere u. s. w., alle Wissenschaften, welche sich in den bezeichneten Schranken halten, so daß die Kenntniß denjenigen Theil des menschlichen Wissens bildet, welchen sich die Menschen ohne Zuthun des Denkens aneignen können, und welcher folglich jeder philosophischen Untersuchung vorangehen muß. Demnach umfaßt die Kenntniß nicht nur alle Traditionen, die von den ältesten Zeiten an uns die Begebenheiten der Welt erzählen, sondern sie dringt in alle Räume des Weltalls, so weit uns das Teleskop die Nebelflecke zeigt, und soweit das Microskop uns das Kleine wahrnehmbar macht und von den äußersten Grenzen der Fixsternenwelt bis hinab in die Tiefen der Erde, wohin der Spaten gedrungen ist. —

Indem aber der Mensch die Kenntniß in ihrem ganzen Umfange als ein begründetes Wissen anerkennt, findet er dennoch keineswegs in ihr die Befriedigung seiner Wißbegierde. — Er ist sich seiner Fähigkeit zu denken bewußt, er weiß, daß er mittels derselben im Stande ist, über die Grenzen eines blos empirischen Wissens hinauszugehen, und deshalb stellt er Fragen, welche nicht aus der Erfahrung, sondern blos auf speculativem Wege be-

Digitized by Google

antwortet werden können. — So begnügt er sich nicht die Welt als daseiend zu wissen, er will in das Wesen derselben eindringen, er will erkennen, was sie an sich ist. Er beschränkt sich nicht darauf, die Erscheinungen in ihrer Aufeinanderfolge zu beobachten, er will sie auch erklären und ihre Ursachen einsehen lernen. — Es ist ihm nicht genug, die Begebenheiten der vergangenen Zeitalter in den Geschichtsbüchern zu lesen, er will sie auch in ihrer nothwendigen Entwickelung begreifen. Nicht zufrieden damit, sich der Fähigkeiten, zu empfinden und zu denken, bewußt zu sein, will er in die Geheimnisse seines Lebensprozesses, und desjenigen der Pflanzen und Thiere eindringen, er will einsehen lernen, wodurch die äußere Welt auf seine Sinne Eindrücke hervorzubringen vermöge, wodurch seine Empfindungen zu seinem Bewußtsein gelangen und wodurch er die Fähigkeit zu denken besitze. — Endlich will er nicht nur sich mit den bestehenden Staatseinrichtungen der Völker bekannt machen, sondern er sucht diejenige Regierungsform zu bestimmen, welche ihm als die beste dünkt. — So sucht der Mensch zu jedem Theile seiner Kenntniß durch das Denken sich einen entsprechenden Theil seiner Erkenntniß zu bilden, wobei sich diese Letztere durch ihren Inhalt wesentlich von dem empirischen Theile des menschlichen Wissens unterscheidet. — Während die Kenntniß ein Wissen von Thatsachen ist, soll die Erkenntniß ein Wissen der Ursachen sein. — Während in der Kenntniß man jeden kleinen Umstand an den wahrgenommenen Gegenständen berück-

Digitized by Google

ſichtigt, ſucht der Menſch durch die Erkenntniß in das Weſen derſelben einzudringen. Während die Kenntniß das Einzelne enthält, ſoll die Erkenntniß das Allgemeine umfaſſen. — Während in der Kenntniß alle Erſcheinungen der Welt als zufällig erſcheinen, iſt es das Ziel der Erkenntniß die Nothwendigkeit derſelben einzuſehen. — Während in der Kenntniß Alles in endliche Schranken eingeſchloſſen iſt, iſt die Erkenntniß ein Wiſſen von dem Unendlichen und Ewigen.

Wenn der Menſch durch ſeine Wißbegierde getrieben, ſich ſeine Erkenntniß auszubilden ſucht und ſich deshalb mit den verſchiedenen philoſophiſchen Syſtemen, Theorien und Hypotheſen, welche Andere zu gleichem Zwecke ſich bildeten, bekannt macht, ſo wird er bei Vergegenwärtigung aller ſich widerſprechenden Anſichten, Meinungen und Behauptungen bald gewahr, daß dieſelben weit davon entfernt ſind, den Bedingungen der Wahrheit zu entſprechen. — Da über denſelben Gegenſtand nur *eine* Anſicht die wahre ſein kann, er aber nichtsdeſtoweniger mehrere oft ſich widerſprechende aufgeſtellt findet, ſo wird es ihm ſehr ſchwer zu entſcheiden, welche von ihnen als die beſſer begründete anzuſehen ſei. Auch iſt die Erkenntniß weit davon entfernt ſo zuverläſſig zu ſein als die Kenntniß, denn mit dem Denken tritt die Möglichkeit des Irrens ein. Derjenige, welcher ſich mit ſeiner Kenntniß begnügt, läuft ebenſowenig Gefahr, ſich eine Unwahrheit anzueignen, wie Derjenige, welcher an ein und derſelben

Digitized by Google

Stelle bleibt, ſich verirren kann. Mit dem Augenblicke aber, in dem der Menſch aus dieſem Stillſtande hinaustritt, öffnen ſich ihm ſogleich unendlich viele Wege, auf denen ſein Denken fortſchreiten kann; doch nur einer von dieſen allen führt zur Wahrheit, und unter den vielen Combinationen, welche die Begriffe mit einander eingehen können, ſind nur wenige der Wirklichkeit entſprechend.

Wenn ein Menſch zu der Einſicht der Unvollkommenheit der gegenwärtigen Erkenntniß gelangt und zugleich alle Hinderniſſe berückſichtigt, die ihrer wahrheitsgemäßen Entwickelung entgegenſtehen, ſo wird es ihm zur Pflicht, nach allen ſeinen Kräften beizutragen, ſie ihrem Ziele näher zu bringen. — Auch uns, lieber Leſer, iſt dieſe Pflicht auferlegt, und durch dieſes Werk ſoll ihr Genüge geleiſtet werden. — Auch wir wollen die Kenntniß als ein begründetes Wiſſen annehmen, und da wir zugleich das Bedürfniß der Menſchen erkannt haben, durch das Denken ſich ein Seitenſtück zu derſelben — die Erkenntniß — zu bilden, in der die Kenntniß als eine Conſequenz derſelben begriffen werden ſoll, ſo erſcheint uns das Ziel, nach dem wir zu ſtreben haben — die Wahrheit als die Uebereinſtimmung der Erkenntniß mit der Kenntniß. Da nun die Kenntniß als gegeben auch unveränderlich iſt, ſo müſſen wir ſuchen, die Erkenntniß ihr entſprechend zu beſtimmen, und deshalb wollen wir die gegenwärtige Erkenntniß der Men-

Digitized by Google

ſchen einer kritiſchen Unterſuchung unterwerfen, um ihren Werth und ihren Inhalt zu beſtimmen und um zu erkennen, ob eine neue Begründung und Entwickelung derſelben erforderlich ſei. —

Digitized by Google

Kritische Untersuchungen

über

die gegenwärtige Erkenntniß der Menschen.

Digitized by Google

Digitized by Google

Das Ziel dieser Untersuchungen ist die Bestimmung der gegenwärtigen Erkenntniß der Menschen und die Widerlegung ihrer unwahren Ansichten. — Um es zu erreichen, müssen wir die Erkenntniß in ihrer Entwickelung verfolgen und deshalb wollen wir, bevor wir zu den kritischen Untersuchungen selbst übergehen, zwei Fragen beantworten, nämlich: nach welchen Gesetzen hat das Denken bei der Entwickelung der Erkenntniß fortzuschreiten? und welche Reihenfolge muß dabei dem Inhalte nach eingehalten werden? Als Antwort auf die erste Frage finden wir in der Einleitung der Wissenschaft der Logik von Hegel folgende Stelle: „Das Einzige, um den wissenschaftlichen Fortgang zu gewinnen, — und um dessen ganz einfache Einsicht sich wesentlich zu bemühen ist, — ist die Erkenntniß des logischen Satzes, daß das Negative ebenso sehr positiv ist, oder daß das sich Widersprechende sich nicht in Null, in das abstracte Nichts

Digitized by Google

auflöst, sondern wesentlich nur in die Negation seines besondern Inhalts, oder daß eine solche Negation, nicht alle Negation, sondern die Negation der bestimmten Sache, die sich auflöst, somit bestimmte Negation ist, daß also im Resultate wesentlich das enthalten ist, woraus es resultirt; — was eigentlich eine Tautologie ist; denn sonst wäre es ein Unmittelbares nicht ein Resultat. — Indem das Resultirende, die Negation, bestimmte Negation ist, hat sie einen Inhalt. — Sie ist ein neuer Begriff, aber der höhere, reichere Begriff, als der vorhergehende; denn sie ist um dessen Negation oder Entgegengesetztes reicher geworden; enthält ihn also; aber auch mehr als ihn, und ist die Einheit seiner und seines Entgegengesetzten. — In diesem Wege hat sich das System der Begriffe zu bilden und in unaufhaltsam reinem von Außen nichts hereinnehmenden Gange sich zu vollenden." —

Bei dieser Bestimmung des Fortschreiten des Denkens wird vorausgesetzt, daß dasjenige, was in dem Begriffe eines Gegenstandes enthalten ist, auch in der Wirklichkeit an demselben stattfindet, weil der Begriff nur insofern ein wahrer und richtiger ist, wenn er seinem Gegenstande vollkommen entsprechend ist und weil nur unter dieser Bedingung von einem Wissen die Rede sein kann. — Wenn aber nun die Begriffe in vollkommener Uebereinstimmung mit den ihnen entsprechenden Gegenständen sind, so folgt daraus, daß das in dem Wissen sich *Widersprechende* in der Wirklichkeit *unmöglich* sei, weil sonst das sich Vernichtende, Aufhebende zugleich be-

Digitized by Google

ſtehen müßte, — was nicht ſtattfinden kann. — Auf dieſe Weiſe ſieht man, wie aus dem Erkennen eines Widerſpruches die Negation gewiſſer Sätze hervorgehen könne, und daß die Entwickelung der Erkenntniß, wie es auch in der von Hegel angeführten Stelle geſchildert iſt, auf die Weiſe ſtattfindet, daß *aus dem ſchon begründeten Wiſſen die Affirmation neuer Begriffe und Sätze durch die Negation ihrer Gegenſätze hervorgehe*. — Daß jeder neue Erkenntnißſatz aus dem ſchon begründeten Wiſſen hervorzugehen habe, müßte eigentlich nicht nothwendig ſein zu erwähnen; denn jeder ohne Zuſammenhang mit dem Wiſſen der Menſchen aufgeſtellte Satz kann als alleinſtehend, obwohl nicht widerlegt, auch nicht bewieſen, und folglich ſeine Wahrheit nicht eingeſehen werden. — Jeder Satz muß in dem Wiſſen begründet ſein und nur durch das Denken aus demſelben entwickelt werden, wobei der Hergang weſentlich ein negativer iſt. — Die Reſultate des Denkens als eine Bildung neuer Begriffe durch eine willkürliche Zuſammenſetzung derſelben können in verſchiedenen Verhältniſſen zu dem ſchon begründeten Wiſſen ſtehen. — Sie können *erſtens* keinen Widerſpruch gegen daſſelbe enthalten und als ſolche iſt ihr Inhalt *möglich*. — Wird durch die Erfahrung die Wirklichkeit deſſelben nachgewieſen, ſo muß der neue Begriff in die Kenntniß aufgenommen und ſo betrachtet werden, als ob man zu demſelben auf empiriſche Weiſe gelangt wäre. Oder *zweitens* das Reſultat des Denkens widerſpricht einigen als wahr erkannten Sätzen und

Digitized by Google

als solches ist es unwahr und sein Inhalt unmöglich, dagegen geht das ihm Entgegengesetzte als wahr und nothwendig hervor und tritt dadurch auch ohne empirische Bestätigung in die Erkenntniß ein. — Demnach findet die Entwickelung der Erkenntniß auf die Weise statt, daß in sie stets der Gegensatz einer Behauptung, welche sich als unwahr erwies, aufgenommen wird. — Ihr Fortschritt ist folglich ein negativer, so daß wenn auch das Denken oft direct auf positive Weise stattzufinden scheint, dieses nur dann eintritt, wenn die Sache so klar ist, daß sie sich von selbst versteht und sogleich aus dem schon begründeten Wissen in ihrer vollen Nothwendigkeit hervorleuchtet. — Wie man dahin gelangt zu erkennen, ob zwei Sätze sich einander widersprechen und überhaupt die weitere Ausführung der Gesetze, nach denen das Denken fortzuschreiten hat, ist der Gegenstand der Logik, wobei es hauptsächlich auf das richtige Verständniß der gebrauchten Ausdrücke und Begriffe ankommt, was wir bei dem Leser voraussetzen und deshalb hier nur dessen erwähnen, daß wir zwischen einer innern und äußern Nothwendigkeit werden zu unterscheiden haben. — Eine innere Nothwendigkeit besitzt dasjenige, dessen Dasein, obwohl dem Wissen auf empirische Weise mitgetheilt, aus ihm selber bewiesen werden kann, indem es seine Ursache in sich selber trägt, die Negation seines Entgegengesetzten enthält. — Das Wissen von dem in sich Nothwendigen wollen wir als ein unbedingt wahres anerkennen, weil es nichts Anderes voraussetzt, als sich selbst, während

Digitized by Google

Dasjenige, was aus dem schon begründeten Wissen erst bewiesen werden muß, wir blos als äußerlich nothwendig betrachten und es blos als wahr bezeichnen wollen, weil es stets auf einer Thatsache beruhen wird, welche einer Erklärung bedarf. — Endlich wollen wir hier nur noch anführen, daß die Nothwendigkeit die Wirklichkeit und die Möglichkeit in sich schließt, während die Wirklichkeit nur die Möglichkeit in sich enthält.

Den entwickelten Bestimmungen gemäß wird beim ersten Beginne des Denkens, wo im Wissen erst nur die Kenntniß enthalten ist, dasselbe von ihr auszugehen haben. — Die Resultate, zu denen man gelangen wird, wenn das Denken auf eine streng gesetzliche Weise fortgeschritten ist, werden in das schon als begründet anerkannte Wissen aufzunehmen sein, von denen aus man sodann wiederum wird weiter schließen können und in der Entwickelung der Erkenntniß fortfahren. — Wir sehen daraus, daß die Erkenntniß stets bei der Erklärung oder der Bestimmung einer Thatsache von einer andern Thatsache wird auszugehen haben, und so lange wahr bleiben wird, als sie nicht bei ihrer Entwickelung von dem gesetzmäßigen Wege abgewichen sein wird. — Da aber die vollkommene Entwickelung der Erkenntniß die Erklärung aller Thatsachen voraussetzt, so wird auch diejenige, von der man ausgegangen ist, eine Erklärung durch eine andere erfordern und so zurück, bis man zu einer Thatsache gelangt, welche als unbedingt einen absoluten Anfang gestattet.

Digitized by Google

Wir ſind dadurch auf die Beantwortung der zweiten Frage, in welcher Reihenfolge die Erkenntniß ſich zu entwickeln habe, geführt worden. Nun wird wohl ein Jeder leicht einſehen, daß eigentlich von keiner Erkenntniß die Rede ſein kann, ſo lange die Frage nach dem Weſen des Daſeienden nicht beantwortet iſt. — Und allerdings, wenn wir nicht wiſſen, was das Daſeiende an ſich iſt, ſo iſt uns auch das Weſen der Materie verborgen, zugleich aber auch jede Erklärung über die Verſchiedenheit und Veränderlichkeit der Körper und der Naturerſcheinungen unmöglich, weil dieſelbe nothwendig in ihm enthalten ſein muß. — Ferner aber, ſo lange das Weſen der Materie nicht erkannt iſt, kann man nicht mit Gewißheit entſcheiden — ob in ihr die Kräfte enthalten ſind, die beim Wachsthum der Pflanzen thätig ſind, oder ob eine beſondere Lebenskraft angenommen werden muß. — Eben ſo muß es auch bis dahin unentſchieden bleiben, ob zur Erklärung des Lebens der Thiere die Annahme einer Seele erforderlich ſei oder nicht, und ob in dem Menſchen das Denken, die Fähigkeit eines beſondern, von Außen ihm eingepflanzten Geiſtes ſei, oder ob es auf eine andere Weiſe ſtattfinde. — Erſt wenn die Erkenntniß über alle dieſe Gegenſtände wird entwickelt ſein, wird man die Frage nach dem Weſen Gottes ſtellen können und erſt nach der Beantwortung derſelben mit Gewißheit in der Religionslehre vorwärts ſchreiten; erſt aus ihr wird die wahre Moral hervorgehen, und nur aus der vollkommenen Erkenntniß des Weſens und des Charakters der

Digitized by Google

Menſchen wird die Philoſophie der Geſchichte entwickelt und die wahre vernunftgemäße Staatsform beſtimmt werden können. — Wenn wir auch weit davon entfernt ſind, alle möglichen Richtungen der Erkenntniß angeführt zu haben, ſo glaube ich doch, daß es hinlänglich ſei, um zu zeigen, daß jede Erkenntniß die Beantwortung der Frage nach dem Weſen des Daſeienden vorausſetze, und deshalb wollen wir unſere kritiſchen Unterſuchungen mit der Beurtheilung derjenigen Anſichten der Menſchen beginnen, welche ſie als Antwort auf dieſe Frage ſich zu bilden verſucht haben, und ſpäter in der angegebenen Reihenfolge mit denſelben fortfahren, vorher aber noch einige Beſtimmungen über Dasjenige treffen, worin das Daſeiende enthalten iſt, über den Raum und die Zeit.

Da wir in unſerem empiriſchen Wiſſen auf den Bereich unſerer Sinne angewieſen ſind, ſo ſind wir auch nur mit endlichen Abſchnitten des Raumes und der Zeit bekannt; faßt man jedoch ihre Begriffe in ihrem vollen Umfange auf, ſo muß man, da ſie beide unbegrenzt ſind, dem Erſteren die Unendlichkeit nach allen drei Dimenſionen und dem Letzteren die Ewigkeit zuerkennen. Bei dem Daſein des Raumes und der Zeit iſt es keineswegs erforderlich, daß ſie erfüllt ſeien, das heißt, von Gegenſtänden eingenommen und von Veränderungen gemeſſen wären. Denn man kann im Gedanken von dem Daſein einer Welt abſtrahiren, das Nichts als ſtattfindend betrachten, ohne deshalb den Begriff des Raumes und der Zeit aus der

Digitized by Google

Vorstellung zu verwischen. — Denn da uns durch die Wahrnehmung die Wirklichkeit einer Welt gegeben ist, so kann wohl der Gedanke an dieselbe, nicht aber an ihre Möglichkeit vernichtet werden; die Bedingungen dieser Möglichkeit sind aber der Raum und die Zeit, und darum sind diese beiden Begriffe so fest in der menschlichen Vernunft eingeprägt, daß sie sich derselben nicht entschlagen kann. — Der Mensch kann nicht den Raum und die Zeit als nicht daseiend denken, denn er kann den Gedanken ihrer Gegensätze des Nichtraumes und der Nichtzeit nicht fassen. — Außerdem schließt der Begriff des Raumes denjenigen des Nichtraumes und der Begriff der Zeit denjenigen der Nichtzeit nicht aus, sondern sie enthalten ihre Gegensätze in sich. — So z. B. wenn man von einer Zusammensetzung des Raumes spricht, so kann man denselben nur aus anderen kleineren Räumen bestehend betrachten, dadurch wird man auf die Theilung des Raumes geführt, welche, wenn man sie in einem endlichen Abschnitte unendlichmal vollbracht voraussetzt, zuletzt als letzte Bestandtheile des Raumes, den Punkt, den Nichtraum giebt, aus dem durch eine unendliche Zusammensetzung nicht nur ein endlicher Theil des Raumes sondern der unendliche Raum hervorgehen kann. — Wir sehen daraus, wie der Raum sein Entgegengesetztes den Nichtraum in sich enthält, er besitzt also eine innere Nothwendigkeit. — Ebenso ist auch die Zeit eine Aufeinanderfolge einer Gegenwart auf die andere, welche alle an Dauer eine Nichtzeit sind, durch ihr stetes Kom-

Digitized by Google

men aus der Zukunft und Uebergehen in die Vergangenheit die Zeit bilden. — Auf dieſe Weiſe beſitzt die Zeit ebenſo wie der Raum eine innere Nothwendigkeit. Nichtsdeſtoweniger iſt der Raum und die Zeit nicht etwas ſelbſtſtändig für ſich Beſtehendes, ſondern wir ſehen im Gegentheil, daß beide beim Abſtrahiren von der Welt nicht aus dem Begriffe des Nichts ausgeſchloſſen werden können und als Bedingungen der Möglichkeit eines Daſeienden, auch wenn es nicht wirklich daſeiend iſt, durch eine innere Nothwendigkeit beſtehen. — Wenn Nichts daſeiend wäre, ſo würde doch die Ausdehnung ſein, welche ſtets geſtatten würde, von einem Gegenſtande eingenommen zu werden, denn nur dort iſt kein Raum mehr noch, wo Alles erfüllt iſt — wo noch Nichts iſt, hat noch Alles Platz. — Ebenſo iſt es auch mit der Zeit, wenn auch keine Veränderungen ſtattfänden, ſo verflöſſe ſie doch durch die Dauer, in der ſie hätte vor ſich gehen können, und ſo ſehen wir denn, daß wir das Wiſſen von dem in ſich nothwendigen Daſein des unendlichen Raumes und der ewigen Zeit als unbedingt wahr anerkennen müſſen. —

Eine Wiſſenſchaft ſchließt ſich in der Erkenntniß an dieſe Beſtimmungen an, nämlich die Mathematik. — Sie geht entweder, wie in der Algebra, von dem Begriff der Größe — welche uns als dasjenige, das größer oder kleiner werden kann, gegeben iſt — oder, wie in der Geometrie, von dem Raume als Größe betrachtet aus, und

Digitized by Google

entwickelt sich, indem sie die oben angeführten Gesetze der Logik befolgt, auf eine vollkommene sichere Weise, wobei die Bestimmungen der Einheiten und die anderen Voraussetzungen als willkürliche Bedingungen erscheinen, die nur deshalb gemacht werden, um die erkannten Sätze verschiedenen Umständen anzupassen. Werden einige unstatthafte Voraussetzungen gemacht, so tritt dieses in der Mathematik sogleich hervor, indem man entweder zu einem Widerspruche gelangt, oder indem man als Resultat imaginäre Größen erhält. — Die Mathematik trägt den Beweis ihrer Wahrheit in sich selbst und darum nehmen wir sie ohne Weiteres in unsere Erkenntniß auf und schreiben ihr eine unbedingte Wahrheit zu, weil der Begriff der Größe, obwohl empirisch gegeben, in der Mathematik so abstract aufgefaßt wird, daß er keiner weiteren Erklärung bedarf. — Die Mathematik verdankt ihrer streng logischen Entwickelungsweise ihre durchgängige Wahrheit, und darum sind auch alle Theorien, von denen wir viele später anführen werden, welche von Thatsachen ausgehen und ihre Consequenzen auf mathematische Weise entwickeln, der Wirklichkeit entsprechend und als wahr anzuerkennen. —

Beginnen wir nun die Kritik der Ansichten der Menschen über das Daseiende. Vor Allem müssen wir als völlig ungerechtfertigt alle die Aeußerungen verwerfen, welche voraussetzen, daß es etwas selbstständig für sich Bestehendes geben könne, ohne daß es

Digitized by Google

ausgedehnt sei. — Allerdings sprechen wir von dem Dasein von Farben, Kräften und Bewegungen, welche alle keinen Raum einnehmen; jedoch ihnen kommt auch kein selbstständiges Dasein zu, sondern sie sind nur, insofern sie an einem anderen für sich Bestehenden sind. Von diesem Letzteren nun stellen wir die Behauptung auf, daß es nicht anders sein könne, als ausgedehnt, denn würde es keinen Raum einnehmen, so müßte es im Nichtraume enthalten sein, im absoluten Nichts, und folglich auch Nichts sein, was den dabei gemachten Voraussetzungen widerspricht. — Auch muß das Daseiende dauernd sein, denn sonst müßte es ja zugleich entstanden und vergangen sein. — Jedoch zu dieser Behauptung findet sich auch keine entgegengesetzte, weil die Menschen, wenn sie etwas über Raum und Zeit erhaben setzen wollen, es der Zeit nach als ewig bestimmen, räumlich aber, statt es als unendlich aufzufassen, demselben in vielen Fällen die Ausdehnung abzusprechen pflegen. — Demnach sehen wir, muß das Daseiende stets im Raume und in der Zeit enthalten sein, denn sonst wären die Bedingungen seiner Möglichkeit nicht erfüllt. —

Die allgemein verbreitetste Ansicht über das Daseiende ist die realistische; sie geht von den Sätzen aus: Nichts bleibt immer Nichts, aus Nichts kann nie Etwas werden, und faßt das Nichts und das Etwas in einem vollkommenen Gegensatze zu einander, dem empirischen Wissen entsprechend, auf. — In demselben erscheint das Etwas, das Daseiende, die

Digitized by Google

Materie als das Verschiedenartige und Veränderliche, als das Gehaltvolle, mit Eigenschaften und Merkmalen Begabte, während das Nichts dem entgegengesetzt als das Leere, Inhaltlose, als das Bestimmungs- und Eigenschaftslose und somit auch als das Unterschiedlose in sich und als das Unveränderliche bestimmt wird. Es sollte scheinen, daß gegenüber dem verschiedenartigen und veränderlichen Daseienden, die Unterschiedlosigkeit und Unveränderlichkeit hinlängliche Kennzeichen des Nichts seien, da jedoch es möglich ist, sich ein Daseiendes zu denken, das unterschiedlos und unveränderlich wäre, so wollen wir das Nichts so bestimmen, daß wir dasselbe als das Bestimmungslose auffassen, weil das Etwas nothwendig einige Eigenschaften besitzen muß, wenn es nicht ebenso inhaltlos erscheinen soll, als das Nichts. — Wenn aber die Unterschiedlosigkeit und Unveränderlichkeit kein hinlängliches Kennzeichen der Abwesenheit eines jeden Daseienden sind, so ist doch das Stattfinden von Unterschieden und Veränderungen ein sicheres Merkmal des Daseins eines Etwas, weil das absolute Nichts unmöglich in sich verschieden sein und sich verändern könne, sondern es nothwendig Etwas sein müsse, das sich durch seine Eigenschaften von einem andern Etwas unterscheidet und durch ihre Veränderungen sich verändert. — Diese Bestimmungen über das Nichts und das Etwas sind aus dem empirischen Wissen geschöpft und gelten allgemein. — Ebenso auch in der realistischen

Digitized by Google

Anſicht; ſie hält den Gegenſatz von Nichts und Etwas feſt und führt ihn noch weiter aus, indem ſie keinen Uebergang von dem einen zum andern geſtattet. — In ihr wird das Daſeiende als etwas ſelbſtſtändig für ſich Beſtehendes aufgefaßt, das ausgedehnt und unvergänglich iſt und dieſes von Ewigkeit zu Ewigkeit, denn es iſt nie entſtanden, weil es nicht aus dem Nichts hat hervorgehen können und es kann nie vergehen, weil es nicht zu Nichts werden kann. —

Laſſen wir die realiſtiſche Anſicht für den Augenblick gelten und ſuchen wir ihre Conſequenzen zu entwickeln. — Da es bei dem vollkommenen Gegenſatze von Nichts und Etwas, das in ihr vorausgeſetzt wird, ſehr wohl denkbar iſt, daß das Daſeiende nicht daſeiend wäre, ſondern das Nichts, ſo läßt ſich die Frage nach der Urſache, nach der Nothwendigkeit dieſes Daſeienden ſtellen. — Nun muß aber dieſe Urſache des Daſeienden ſowohl zeitlich als räumlich in ihm enthalten ſein, denn wenn wir unter dem Daſeienden alles Daſeiende zuſammenfaſſen, ſo giebt es außer ihm Nichts mehr. — Wenn aber das Daſeiende ſeine Urſache in ſich enthält, ſo beſteht es folglich unſeren Beſtimmungen gemäß durch eine innere Nothwendigkeit. — Dieſes bedeutet aber, daß in ihm nicht nur ſeine eigene Urſache, ſeine causa sui enthalten ſein müſſe, ſondern auch diejenige aller ſeiner Eigenſchaften; dieſelben müſſen als nothwendig in ſeinem Weſen begründet ſein, ſo daß, wenn man ihre Erkenntniß entwickelt, man nicht mehr fragen könnte: war-

Digitized by Google

um ist das Daseiende so und nicht anders? — Demnach müßte es gleichartig und unveränderlich sein, denn sonst könnten die Fragen aufgeworfen werden, warum ist es hier so und an einem anderen Orte anders? oder warum ist es in diesem Zeitmomente mit diesen Eigenschaften begabt, während es früher andere besaß? Wenn man jedoch nach dem Wesen desjenigen Daseienden fragt, welches diesen Bestimmungen entsprechend wäre, so sieht man sogleich ein, daß es kein selbständig für sich bestehendes Etwas geben könne, das eine innere Nothwendigkeit besitzen würde, denn jedes Etwas muß, wenn es nicht ebenfalls inhaltslos sein soll wie das Nichts, mit Eigenschaften begabt sein, welche stets die Möglichkeit der Frage voraussetzen, warum besitzt das Daseiende diese Eigenschaften und keine anderen, so daß es stets mit zufälligen Bestimmungen behaftet erscheint, welche mit seiner Nothwendigkeit unvereinbar sind. — Demnach sind wir in einen Widerspruch gerathen, nicht nur in unseren eigenen Resultaten, indem wir einerseits erkannten, daß das selbstständig für sich Bestehende eine innere Nothwendigkeit besitzen müsse, andererseits aber, daß es so ein Daseiendes nicht geben könne, sondern auch gegen unsere Wahrnehmungen, indem das Daseiende gleichartig und unveränderlich sein müsse, während wir die Materie als verschiedenartig und veränderlich erblicken. — Diese Widersprüche deuten darauf hin, daß in unseren Voraussetzungen sich eine Unwahrheit befindet. Diese bestanden aber darin, daß wir von der realistischen Ansicht über das Da-

Digitized by Google

seienden ausgingen, und dasselbe als ein dem Nichts direct Entgegengesetztes bestimmten. — Jetzt müssen wir diese Voraussetzungen als unwahr bezeichnen und anerkennen, daß es kein solches Daseiende, wie es in der realistischen Ansicht aufgefaßt wird, geben könne. — Berücksichtigt man aber hierbei, daß aus dem Begriffe des Nichts, die Begriffe des Raumes und der Zeit nicht ausgeschlossen sind und daß sie Beide durch eine innere Nothwendigkeit bestehen, so erscheint uns das Nichts als das Einzige, welches eine innere Nothwendigkeit besitzen kann, indem es zugleich durch seine Inhaltlosigkeit keine Frage nach der Ursache irgend einer Eigenthümlichkeit gestattet. — Demnach gilt ferner in unserer Erkenntniß der Satz: Eine innere Nothwendigkeit besitzt kein selbstständig daseiendes Etwas, sondern nur das Nichts. —

Wenden wir dieses auf die Materie an, so scheint die Nothwendigkeit des Nichts nicht nur der Wirklichkeit, sondern auch der Möglichkeit einer materiellen Welt zu widersprechen. — Wenn wir jedoch berücksichtigen, wie wir zu den beiden sich widersprechenden Sätzen gelangt sind, theils auf empirischem Wege durch die Wahrnehmung, theils durch eine Reihe unwiderleglicher Schlüsse, so sehen wir auch ein, daß wir sie Beide als wohlbegründet ansehen müssen, und daß folglich der Widerspruch blos ein scheinbarer ist. — Auch haben wir ja blos die realistische Ansicht widerlegt, ohne dadurch eine andere Erklärung der Materie auszuschließen, durch

welche der Widerſpruch, in dem wir uns befinden, ausgeglichen wäre, ſo daß unſere Kenntniß durch die Erkenntniß der inneren Nothwendigkeit des Nichts unangetaſtet bleibt und wir mit unſern Unterſuchungen über das Weſen der Materie fortfahren können. In der realiſtiſchen Anſicht iſt kein Wort darüber enthalten, wenn man nicht als ſolches die Atomiſtik betrachten will, welche jetzt auch aus der Naturlehre zu ſtreichen iſt, wodurch ſie von einer ihrer Hauptunwahrheiten befreit wird, denn die Nothwendigkeit, in der man ſich befand, die Unmöglichkeit einer unendlichen Theilbarkeit zu behaupten, um die Realität der Materie aufrecht zu erhalten — wodurch man zu der Annahme der Atome gezwungen wurde — während ſie doch ſehr denkbar iſt, iſt ſtets der menſchlichen Vernunft anſtößig geweſen. — Nun ſind wir durch die Widerlegung der realiſtiſchen Anſicht auch dieſes Widerſpruches los und können vollkommen anerkennen, daß das Vernünftige auch das Wirkliche ſei. — Das Lächerliche an der Atomiſtik iſt das, daß ſie ſcheinbar als eine Erklärung der Materie gelten ſoll. — Wenn das auch nicht von allen Phyſikern ſo gemeint wird, ſo wird es doch oft ſo ausgeſprochen und faſt immer von den Schülern ſo verſtanden, wodurch höchſt irrthümliche Begriffe verbreitet werden und der Fortſchritt der Naturwiſſenſchaft aufgehalten. — Der Unterſchied zwiſchen der Materie und den Atomen iſt blos ein quantitativer, und wenn man ſagt, die Materie beſteht aus Atomen, ſo erklärt man damit nichts und ſetzt blos einen Namen an die Stelle eines

Digitized by Google

anderen. — Zu der realistischen Ansicht gehören: die gegenwärtig in der Physik herrschende atomistische Vorstellung von der Materie und alle diejenigen philosophischen Systeme, welche dem Daseienden etwas für sich selbstständig Bestehendes zu Grunde legen, mögen sie es als Sein, als Monaden, als Materie oder auf irgend eine andere Weise bezeichnen. — Da die realistische Ansicht außerdem als der empirischen Wahrnehmung scheinbar entsprechend, dem gewöhnlichen menschlichen Verstande höchst zugänglich ist, und wenn auch keine Wahrheit, eine desto größere Wahrscheinlichkeit besitzt, so bekennen sich zu ihr mit weniger Ausnahme alle Menschen und fast alle Philosophen. — Erst in neuerer Zeit haben Schelling und Hegel versucht das Wesen der Materie auf eine andere Weise zu begründen, der Erstere durch Kräfte und der Letztere durch Bewegung. — Kräfte und Bewegung erscheinen in unserer Wahrnehmung nicht als für sich bestehend, sondern sie manifestiren sich an den Gegenständen, und darum sind die Philosophen, welche dieselben der Materie zu Grunde legen, nicht zu den Realisten zu rechnen, ihre Bestimmungen fallen nicht unter unsere Widerlegung der realistischen Ansicht und erfordern deshalb eine besondere Betrachtung. Schelling faßte die Materie als das Product zweier entgegengesetzter Kräfte, der Anziehung und Abstoßung, oder vielmehr als diese Kräfte selbst auf. Wenn aber auch seine Construktion von den Kräften ausgehend, eine vollkommen consequente ist, so ist doch die Vorstellung, die er von denselben hatte, so-

Digitized by Google

wie diejenige, welche jetzt in der Naturlehre herrscht, eine völlig irrthümliche. — Ueberhaupt ist mit Nichts so viel Mißbrauch getrieben worden, als mit dem Ausdrucke „Kraft.“ — Er mußte stets als Deckmantel der Unwissenheit der Menschen dienen, und obwohl unerklärt, dennoch zur Erklärung der Naturerscheinungen beitragen. — So auch in der Physik. — In dieser Wissenschaft treten die Kräfte unter den verschiedensten Namen auf, z. B. als Gravitationskraft, Schwere, als electrische und magnetische Kräfte, als Affinität, als mechanische Kräfte u. s. w. Alle diese Kräfte außer den mechanischen, welche durch die Bewegung der Körper hervorgebracht werden, offenbaren sich bei der Wechselwirkung zweier Körper aufeinander, und bringen stets ein Streben zu- oder von einander, oder wenn diesem Streben Folge geleistet werden kann, eine Annäherung oder Entfernung derselben hervor. — Diejenigen Kräfte, durch welche eine Annäherung bewirkt wird, werden Kräfte der Anziehung oder der Attraktion genannt, hingegen diejenigen, welche die Körper von einander entfernen, als Abstoßungs- oder Repulsionskräfte bezeichnet. — In den Lehrbüchern der Physik und in den andern naturwissenschaftlichen Werken werden gegenwärtig fast alle Erscheinungen mittels dieser beiden Kräfte erklärt, aber nirgends dessen erwähnt, daß sie eben so gut einer Erklärung bedürfen, als die Erscheinungen selbst, ja noch mehr denn die Erscheinungen sind Thatsachen, die unserem Wissen auf empirische Weise als wirklich stattfindend gegeben sind, während die Annahme der Kräfte

Digitized by Google

blos die Folge eines Schluſſes von den Wirkungen auf die Urſachen iſt. Vergebens habe ich die naturwiſſenſchaftlichen Werke durchblättert, um mir die Frage zu beantworten, wie ſind die Anziehungen und Abſtoßungen zwiſchen zwei Körpern möglich? nirgends fand ich Aufſchluß darüber, und ich überzeugte mich endlich, daß ſie völlig unmöglich ſind. — Glaube man nicht, daß ich damit den Erſcheinungen, welche ſie bewirken ſollen, widerſpreche: ich weiß ſehr wohl, daß die Weltkörper zu einander gravitiren, daß die ſchweren Körper zur Erdoberfläche fallen, daß die electriſchen und magnetiſchen Körper bald zu- bald von einander ſich bewegen. — Dieſes ſind Thatſachen, die mir ſehr wohl bekannt ſind, ich widerſpreche auch nur der Art und Weiſe ihrer Erklärung, durch anziehende und abſtoßende Kräfte, weil die Vorſtellung, welche man in der gegenwärtig herrſchenden Naturlehre von denſelben hat, in ſich widerſprechend iſt. — Einerſeits betrachtet man die Kräfte der Anziehung und Abſtoßung, als den Körpern oder den electriſchen und magnetiſchen Flüſſigkeiten inhärirend, als eine ihnen zukommende Eigenſchaft, ohne jedoch nur mit einem Worte deſſen zu erwähnen, auf welche Weiſe dieſes möglich ſei, und indem man die zwiſchen den Körpern ſich befindende Materie oder den ſie von einander trennenden Raum als vollkommen theilnahmlos bei ihrer Wechſelwirkung vorausſetzt, beſchränkt man die Kräfte auf die Körper, andererſeits aber wird ihnen eine Wirkung in die Ferne zu-

Digitized by Google

geschrieben, wiederum aber ohne irgend eine Erklärung dazu zu geben, und ohne wie es scheint, sich des Widerspruchs bewußt zu sein, in den man verfällt, wenn man eine Ursache dort als thätig ansieht, wo sie nicht stattfindet. — Newton, der die Lehre von der Anziehungskraft begründete, aber durch keine Autorität verführt war, hat stets dem widersprochen, daß sie eine Erklärung der Gravitation sei, und wollte durch dieselbe nur die Thatsache der Bewegung der Weltkörper zu einander bezeichnen. — Sei es uns gestattet, aus dem 3. Bande des Kosmos von Humboldt, S. 23. Einiges hier anzuführen. „Zu derselben Zeit aber, in der Newton schon erkannt hatte, daß alle Bewegungen der Weltkörper, Folgen einer und derselben Kraft seien, hielt er die Gravitation selbst nicht, wie Kant, für eine Grundkraft der Materie, sondern entweder für abgeleitet von einer ihm noch unbekannten höheren Kraft, oder für die Folge eines „Umschwunges des Aethers, welcher den Weltraum erfüllt, und in den Zwischenräumen der Wassertheilchen dünner ist, nach außen aber an Dichtigkeit zunimmt." Die letztere Ansicht ist umständlich in einem Briefe an Rob. Boyle (vom 28. Febr. 1678) entwickelt, welcher mit den Worten endigt: „ich suche in dem Aether die Ursache der Gravitation. —" „Besonders auffallend ist es, daß er (Newton) neun Jahre vor seinem Tode, 1717, in der so überaus kurzen Vorrede zu der zweiten Auflage seiner Optik es für nöthig hielt, bestimmt zu erklären, daß er die Gravitation keineswegs für eine Grundkraft der Ma-

Digitized by Google

terie halte. — " Wenn die Schüler Newtons, ebenso wie seine Lehre, sich auch seine Vorsicht angeeignet hätten, so wäre die Anziehungskraft nie zu der Geltung gekommen, die sie jetzt besitzt, und die Wissenschaft wäre dadurch mehr gefördert worden und so manchen andern Irrthümern noch entgangen. — Namentlich wäre die Vorstellung von den Kräften selbst nicht in einem solchen Maaße verfälscht worden, wie sie es gegenwärtig ist. — Denn da die Menschen bei einer realistischen Ansicht von der Materie, nicht dazu gelangen konnten zu begreifen, wie sie mit den Kräften der Anziehung und Abstoßung begabt sei, so geriethen sie in den Irrthum, beide, Materie und Kräfte als etwas Verschiedenes von einander, als etwas möglicher Weise Trennbares zu betrachten, wodurch den Kräften eine Selbstständigkeit zuertheilt wurde, welche in direktem Widerspruche mit ihrer Natur steht, sich nur an einem anderen für sich Bestehenden zu offenbaren. — Berücksichtigt man aber, daß die Annahme, in die Ferne wirkender, abstoßender und anziehender Kräfte, stets mit den entwickelten Widersprüchen behaftet sein muß, so geht daraus die völlige Unmöglichkeit solcher Kräfte hervor, weshalb also auch die Construktion der Materie von Schelling als eine unwahre bezeichnet werden muß. — Auch er weiß noch nicht, was er unter dem Ausdrucke einer Kraft sich denken soll, wie es aus der Weitläufigkeit seiner Erklärungen hervorgeht. Er sagt unter Anderem: „Man vergißt, daß sie (die anziehenden und abstoßenden Kräfte) die ersten Bedingungen unserer Erkenntniß sind,

Digitized by Google

die wir vergebens aus unſerer Erkenntniß erklären wollen, daß ſie ihrer Natur nach ſchon jenſeits aller Erkenntniß liegen, daß wir, ſobald man nach ihrem Grunde fragt, das Gebiet der Erfahrung, die jene Kräfte vorausſetzt, verlaſſen müſſen, und daß wir nur in der Natur unſeres Erkennens überhaupt in der erſten urſprünglichſten Möglichkeit unſeres Wiſſens einen Rechtsgrund finden können, ſie aller Naturwiſſenſchaft als Principien, die in ihr unerweisbar ſind, voranzuſchicken.' — Damit geſteht Schelling ſelbſt ein, daß die Kräfte als ein Erſtes ihm auch noch etwas Unerklärtes, Unbegriffenes waren, und ſomit befriedigt auch ſeine Beſtimmung des Weſens der Materie, nicht die Wißbegierde der Menſchen, durch die ſie bis zur Erkenntniß der letzten Urſache alles Daſeienden gelangen wollen, zugleich aber iſt auch ſeine Conſtruction der Materie, mit denſelben Widerſprüchen, wie die anziehenden und abſtoßenden Kräfte, behaftet. —

Hegel erkannte dieſes und verſuchte das Weſen der Materie in ſeiner Naturphiloſophie durch Bewegung zu begründen. — Indem er vom Raume und von der Zeit ausgeht, ſagt er: „Das Hier iſt nun ebenſowohl Zeit, iſt eine „Gegenwart, welche unmittelbar ſich aufhebt, ein Jetzt, „das geweſen iſt. — Das Hier iſt zugleich Jetzt, denn „es iſt der Punkt der Dauer. — Dieſe Einheit des Hier „und des Jetzt iſt der Ort. — Der Ort als dieſe geſetzte Identität des Raumes und der Zeit iſt zunächſt „ebenſo der geſetzte Widerſpruch, welcher der Raum und „die Zeit, jedes an ihm ſelber iſt. — Der Ort iſt die

Digitized by Google

„räumliche, somit gleichgültige Einzelheit, und ist dieses „nur als räumliches Jetzt, als Zeit, so daß der Ort un„mittelbar gleichgültig gegen sich als dieser, sich äußer„lich, die Negation und ein anderer Ort ist. — Dieses „Vergehen und Sichwiedererzeugen des Raumes in Zeit „und der Zeit im Raume, daß die Zeit räumlich als „Ort, aber diese gleichgültige Räumlichkeit ebenso un„mittelbar zeitlich gesetzt wird, ist die Bewegung. — „Dies Werden ist aber selbst eben so sehr das in sich „Zusammenfallen seines Widerspruchs, die unmittelbare, „identische, daseiende Einheit Beider — die Materie."

Demnach ist Materie nach Hegel Bewegung. Das Wesen der Materie ist auf einer Thatsache und somit in unserem empirischen Wissen begründet. — Leider aber beschränkt sich diese Begründung auf die angeführte Stelle, denn das Folgende enthält blos einige Erklärungen und die Bestimmung der Attractions- und der Repulsionskraft, welche jedoch, als rein mechanisch aufgefaßt, von jedem Widerspruche befreit sind. Vergebens sucht man aber nach einer Erklärung, wie Materie aus Bewegung hervorgehen könne. Dieses bleibt als etwas Wirkliches, aber Unbegreifliches dahingestellt, wie es aus den Worten hervorgeht: „Der Uebergang von der Idealität zur Realität, von „der Abstraction zum concreten Dasein, hier von Raum „und Zeit zu der Realität, welche als Materie erscheint, „ist für den Verstand unbegreiflich." — Demnach sehen wir ein, daß auch in der Naturphilosophie von Hegel nicht alle Fragen über das Wesen der Materie erschöpfend

Digitized by Google

beantwortet ſind, beſonders wenn wir berückſichtigen, daß die Bewegung, die er der Materie zu Grunde legt, eine durch die Erfahrung gegebene Thatſache iſt, welche unbegründet und unerklärt in ſeinem philoſophiſchen Syſteme bleibt. — Denn wenn Hegel die Bewegung als ein Vergehen und Sichwiedererzeugen des Raumes in der Zeit und der Zeit im Raume beſtimmt, ſo wird damit nichts erklärt. — Die Fragen: wie iſt Bewegung möglich? wodurch bewegen ſich die Körper? wodurch unterſcheiden ſie ſich ihrem Weſen nach im ruhenden Zuſtande und bei der Bewegung? ſind weder von Hegel noch von irgend einem Phyſiker beantwortet worden, und um die Erkenntniß der Menſchen über die Bewegung als eine vollkommen mangelhafte zu ſtempeln, wollen wir nur noch anführen, daß die Frage nach demjenigen, wodurch die Geſchwindigkeit eines ſich bewegenden Körpers beſtimmt werde, noch nicht geſtellt worden iſt. Man lieſt gewöhnlich in den Lehrbüchern der Phyſik oder der Mechanik, eine Kraft ertheilt einem Körper eine beſtimmte Geſchwindigkeit, weshalb ſie ihm aber dieſe beſtimmte Geſchwindigkeit; ertheilt und keine andere, dieſes zu fragen iſt noch Niemandem eingefallen. — Indem nun Hegel auch alle dieſe Fragen unberückſichtigt gelaſſen hat, ſo iſt er auch noch nicht zur vollkommenen Erkenntniß des Weſens der Materie gelangt, und ſomit glauben wir dieſelbe überhaupt als noch unbegründet bezeichnen zu können. Denn wenn wir auch nicht alle von einander abweichenden Anſichten haben unterſuchen können, ſo haben wir

Digitized by Google

doch in der realistischen Ansicht und in den Constructionen der Materie durch Kräfte und Bewegungen, die Repräsentanten derselben, auf welche alle anderen zurückgeführt werden können. — Die beiden Ersteren haben wir als unwahr erkannt und wenn dieses auch nicht von der Bestimmung des Wesens der Materie von Hegel gesagt werden kann, so läßt doch die Unerklärtheit der Bewegung noch so Manches zu wünschen und zu leisten übrig. —

Diese Unerklärtheit der Bewegung verführte den Philosophen Zeno nicht nur an der Bewegung zu zweifeln, sondern sogar zu versuchen, ihre Unmöglichkeit zu beweisen, weil, wenn man vergebens nach der Erklärung einer Erscheinung strebt, man nur zu geneigt ist, sie ganz wegleugnen zu wollen. Bei der Bewegung muß jedoch jeder Zweifel vor der Wirklichkeit verschwinden. Die Bewegung ist eine Thatsache und als solche dient sie zur Grundlage einer mathematischen Wissenschaft — der Mechanik im weitesten Sinne des Wortes aufgefaßt, als die Wissenschaft der wahrnehmbaren Bewegungen. — Indem diese Wissenschaft von einer Thatsache ausgeht und sich auf mathematische Weise entwickelt, trägt sie ebenso, wie die reine Mathematik den Beweis ihrer Wahrheit in sich selber, jedoch nicht unbedingt, indem sie die Materie und die Bewegung voraussetzt. —

Ein sich bewegender Körper kann verschiedene Wirkungen hervorbringen, und offenbart sich sodann als mechanische Kraft. — Die mechanischen Kräfte sind somit die einzigen, welche in unserem empirischen Wissen be-

Digitized by Google

gründet ſind, und müſſen mit der Bewegung des Körpers vollkommen identiſch aufgefaßt werden; die Wirkungen jedoch, welche durch ſie hervorgebracht werden, ſind nicht nur von der Geſchwindigkeit, ſondern auch von der Maſſe der ſich bewegenden Körper abhängig. —

Vergleicht man die Wirkungen zweier ſich bewegenden Körper mit einander, und ſetzt man die Kräfte dieſen Wirkungen gleich, ſo findet man, daß bei gleichen Maſſen die Kräfte ſich wie die Geſchwindigkeiten verhalten. Ein in ſich nothwendiges Geſetz, weil Kraft als identiſch mit der Bewegung, natürlich mit ihrer Größe, mit der Geſchwindigkeit, zu- und abnehmen müſſe. — Ferner können wir aus der Erfahrung das Verhältniß entnehmen, daß bei gleicher Geſchwindigkeit des ſich bewegenden Körpers und bei gleicher Dichtigkeit deſſelben die Kräfte dem Volumen der Körper proportional ſeien. — Jeder Körper, von einem beſtimmten Volumen, zu einer beſtimmten Dichtigkeit und Geſchwindigkeit repräſentirt eine beſtimmte mechaniſche Kraft. — Alle anderen Körper von demſelben Volumen und derſelben Dichtigkeit und Geſchwindigkeit werden es auch thun. — Vereinigt man nun mehrere ſolche Körper zuſammen, ſo werden auch die von ihnen repräſentirten Kräfte ſummirt werden müſſen, und wir erhalten dadurch im Vergleich zu den einzelnen Körpern, einen andern an Volumen n-fachen, welcher bei gleicher Dichtigkeit und Geſchwindigkeit eine n-fache Kraft repräſentirt. — Dieſes gilt allgemein und ſomit iſt das geleiſtet, was zu be-

Digitized by Google

weisen war. — Endlich finden wir noch in den Lehrbüchern der Mechanik das Gesetz, daß die durch zwei sich bewegende Körper repräsentirten Kräfte bei gleichem Volumen und gleicher Geschwindigkeit sich wie die Dichtigkeiten derselben zu einander verhalten. Auch ein wahres Gesetz, weil die Dichtigkeit aller Körper demselben ensprechend bestimmt worden ist. — Viele mögen glauben, daß die Dichtigkeit eine Eigenschaft der Körper sei und daß die Bewegbarkeit derselben oder die Fähigkeit, von derselben Kraft eine größere oder kleinere Geschwindigkeit bei gleichem Volumen anzunehmen, von ihr abhänge. — Dieses ist jedoch vollkommen unwahr; — betrachtet man die Art und Weise, wie die Dichtigkeit der Körper bestimmt wird, etwas näher, so findet man, daß die Bewegbarkeit der Körper als eine Eigenschaft derselben angesehen werden müsse, und daß die Dichtigkeit blos eine willkürliche Bestimmung der Menschen ist, welche derselben umgekehrt proportional gesetzt wird. — Und allerdings, die Dichtigkeit der Körper wird aus der Schwere derselben berechnet: nun ist aber die Schwere selbst nichts Anderes, als das Streben der Körper, sich zu dem Mittelpunkte der Erde zu bewegen. Durch die Schwere wird also nicht die Dichtigkeit der Körper gegeben, sondern blos die Kraft, welche die Körper zur Erde treibt, und ihr entsprechend wird die Dichtigkeit bestimmt, wobei man ihr zugleich die Bedeutung beilegt, als drücke sie die relative Quantität der Materie in einem

Digitized by Google

bestimmten Volumen aus, eine Bedeutung, die nur in der realistisch atomistischen Ansicht Geltung haben kann, während auf unserem gegenwärtigen Standpunkte die Dichtigkeit nichts Anderes bedeutet, als einen aus der Bewegbarkeit der Körper bestimmten Coefficienten, der mit dem Volumen der Körper multiplizirt gleich ihrer Masse ist, unter welchem Ausdrucke auch nur ein Coefficient zu der Geschwindigkeit eines sich bewegenden Körpers zu verstehen ist, um die von demselben repräsentirte Kraft auszudrücken, denn wenn wir die drei betrachteten Verhältnisse zusammenfassen, und bei dem einen Körper, das Volumen, die Dichtigkeit und Geschwindigkeit der Einheit gleich setzen, so erhalten wir das Gesetz, daß die durch einen sich bewegenden Körper repräsentirte Kraft dem Producte aus Masse und Geschwindigkeit gleich sei, woraus bei gleich starken Kräften das Gesetz hervorgeht, daß die Massen sich umgekehrt verhalten wie die Geschwindigkeiten. Nur in der hier angeführten Weise sind die so eben betrachteten Gesetze zu verstehen; höchst irrthümlich ist es, zu glauben, daß in demselben unter Kraft die Ursache, welche einen Körper aus der Ruhe in Bewegung versetzt, gemeint sei, weil unter dieser Annahme die Gesetze, welche Kraft, Masse und Geschwindigkeit an einander binden, in vielen Fällen unwahr sind. — So geht aus den Gesetzen des Stoßes hervor, daß ein und demselben Körper von einer bestimmten Kraft eine kleinere Geschwindigkeit ertheilt werden kann, als von

Digitized by Google

einer anderen kleineren, weil keine Kraft eine größere Geſchwindigkeit hervorbringen kann als diejenige, welche ſie ſelbſt beſitzt, wenn z. B. die größere Kraft durch die langſame Bewegung eines an Maſſe ſehr großen Körpers repräſentirt wird, während die kleinere Kraft, bei einer größeren Geſchwindigkeit eine ſehr kleine Maſſe hat ſo iſt es möglich, daß dieſe letztere kleine Kraft dem Körper eine größere Geſchwindigkeit ertheilen wird, als diejenige, welche der größeren Kraft entſpricht. — Ebenſo gilt unter der gegenwärtigen Vorausſetzung das umgekehrte Verhältniß der Maſſen und Geſchwindigkeiten bei gleichen Kräften nicht mehr, denn z. B. eine unendliche Kraft ertheilt allen Körpern, ſie mögen groß oder klein ſein, dieſelbe Geſchwindigkeit, nämlich diejenige, die ſie ſelbſt beſitzt, und auch bei endlichen Kräften folgen die ertheilten Geſchwindigkeiten einem andern Geſetze, und verhalten ſich umgekehrt wie die Summen der Maſſen des ſtoßenden und geſtoßenen Körpers. — Daraus ſieht man, daß die von uns begründeten Geſetze nur inſofern eine Geltung haben, als man in denſelben unter Kraft diejenige Kraft verſteht, welche durch die Bewegung repräſentirt wird, nicht aber diejenige, welche erforderlich iſt, um den Körper die beſtimmte Geſchwindigkeit zu ertheilen, denn dieſe kann nur aus den Geſetzen des Stoßes beſtimmt werden, wobei unter anderen Umſtänden auch der verſchiedene Grad der Elaſticität der Körper in Anſchlag gebracht werden muß. — Aus den Geſetzen des Stoßes erſehen wir aber, daß zwei gleich ſtarke Kräfte ſehr ver-

Digitized by Google

ſchiedene Wirkungen hervorbringen können, je nachdem ob dieſelben, mehr auf der Maſſe oder auf der Geſchwindigkeit der Körper beruhen, und daraus geht hervor, daß um die Wirkungen einer Kraft genau beurtheilen zu können, dieſelbe ſtets durch das Produkt aus Maſſe und Geſchwindigkeit ausgedrückt werden muß. — In Folge deſſen werden wir fortan die Kräfte nicht nur quantitativ ſondern auch qualitativ von einander unterſcheiden. — Zwei Kräfte ſind einander quantitativ gleich, wenn ſie durch die Bewegung zweier Körper repräſentirt werden, bei denen die Produkte aus Maſſe und Geſchwindigkeit gleich ſind — wenn dieſe Körper eine gleiche Quantität der Bewegung beſitzen. — Zwei Kräfte ſind quantitativ verſchieden, wenn dieſes nicht ſtattfindet. — Qualitativ verſchieden ſind ſolche Kräfte, welche durch die Bewegung von Körpern verſchiedener Maſſe hervorgebracht werden, und qualitativ gleich ſind ſie, wenn die Maſſen gleich ſind. — Ferner werden wir ſchlechthin als gleiche Kräfte ſolche bezeichnen, welche ſowohl qualitativ als quantitativ einander gleich ſind, und einfach verſchieden, wenn ſie in beiden Fällen verſchieden ſind. Demnach ſind qualitativ gleiche Kräfte — quantitativ verſchieden, und umgekehrt quantitativ gleiche — qualitativ verſchieden. —

Obwohl nun dieſe Unterſcheidungen bis jetzt meines Wiſſens nach noch nicht in der Mechanik gemacht worden ſind, ſo wird doch in derſelben die gehörige Rückſicht auf

Digitized by Google

die Massen der sich bewegenden Körper genommen, so daß diese Wissenschaft als von den Bewegungen und den mechanischen Kräften ausgehend und mathematisch entwickelt, als eine durchgängig *wahre* anerkannt werden kann.

Indem wir hier die Mechanik in einem erweiterten Sinne auffassen als die Wissenschaft der wahrnehmbaren Bewegungen, so wird in derselben nicht nur der rein theoretische Theil enthalten sein, sondern auch die Anwendungen desselben: als die Maschinenlehre, sowie die Bestimmung der Gesetze der verschiedenen wahrnehmbaren vibreatorischen Bewegungen z. B. der Schwingungen eines Pendels, einer Saite, einer elastischen Feder, sowie die der Bewegungen der Wasser- und Flüssigkeitswellen. —

Ihre Hauptanwendung haben aber die Gesetze der Mechanik bei der Berechnung der Bewegungen der Weltkörper gefunden, welche bis zur höchsten Vollkommenheit ergründet worden sind. Obwohl die Unmöglichkeit einer Anziehungskraft, auf welche sich die Gravitationstheorie gründet, von uns nachgewiesen worden ist, so müssen wir dennoch diese Theorie als eine vollkommen wahre anerkennen, indem die genaue Uebereinstimmung ihrer Resultate mit der Beobachtung und vor Allem die theoretische Entdeckung des Neptun durch Leverrier den Beweis dazu liefern, neben dem kein Zweifel mehr bestehen kann. — Auch geht diese Theorie nur dem Namen nach von einer Anziehungskraft aus, in der That aber von den empirisch wahrgenommenen Bewegungen, von denen aus auf die Massen der Weltkörper, auf die Quantität der Bewegung

derſelben zu einander, auf die Größe der ſogenannten Anziehungskraft geſchloſſen worden iſt, ſo daß ſie, wenn man in ihr keine Erklärung der Bewegungen der Weltkörper zu einander ſehen will, blos eine andere Bezeichnung derſelben iſt. — Eben daſſelbe gilt auch von der Schwere und von den mathematiſchen Beſtimmungen über Ebbe und Fluth, und auch in der mathematiſchen Capillaritätstheorie von Poiſſon, muß die gegenſeitige Anziehungskraft der Molecüle welche in derſelben vorausgeſetzt wird, als eine beſondere Benennung des, aus der Erfahrung bekannten, zuſammenhaltenden Principes der Materie angeſehen werden. — Es wäre wünſchenswerth, daß der Gebrauch des Ausdrucks einer Anziehungskraft, als zu falſchen Auslegungen Anlaß gebend, aus der Naturwiſſenſchaft verſchwinde, und durch einen anderen erſetzt werde. —

Aus dem Umſtande, daß das Weſen der Materie in der gegenwärtigen Erkenntniß der Menſchen noch nicht ergründet iſt, geht auch die Abweſenheit jeder genügenden Erklärung der Eigenſchaften der Körper, ſowie ihrer Verſchiedenheit und Veränderlichkeit hervor. — Auch folgt es aus dem Vorhergehenden, daß die Lehre — welche die Cohäſion und Adhäſion der Körper aus einer Anziehung der Atome erklärt, welche die Poren als die Zwiſchenräume, welche die Atome von einander trennen, anſieht, und ſie, um die Ausdehnbarkeit der Körper zu erklären mit Wärmeſphären umringt oder welche die Cryſtallform ſo conſtruirt, wie man die Kanonenkugeln vor

Digitized by Google

den Arsenalen aufrichtet — als eine unwahre bezeichnet werden muß. — Ebensowenig Realität wie die realistische Materie, besitzen auch alle anderen Stoffe, welche in der Physik unter den verschiedensten Namen auftreten und welche als unwägbar und unsichtbar, blos als Erdichtungen zu betrachten sind, während sie durch die realistische Vorstellung, die man sich von denselben machen muß, mit ihr zugleich widerlegt sind. — Als solche Stoffe oder Imponderabilia können angeführt werden: der Schallstoff, Lichtstoff, Wärmestoff, der Aether, die electrischen und magnetischen Flüssigkeiten, — welche in der Physik mehr oder weniger Geltung haben. — Der Schallstoff ist nur noch in sehr alten Lehrbüchern der Physik zu finden und hat einer mathematischen Theorie Platz gemacht, zu der die berühmtesten Mathematiker seit Newton beigetragen haben. Indem diese Theorie von den longitudinalen Vibrationen der Luft ausgeht, welche durch die Schwingungen der tönenden Körper nothwendig hervorgebracht werden müssen, macht sie keine ungerechtfertigten Voraussetzungen und indem sie sich auf mathematische Weise entwickelt und zu Resultaten gelangt, welche mit den Beobachtungen übereinstimmend sind — so erscheint sie als wahr und kann als solche in unsere Erkenntniß aufgenommen werden. — Das zweite Imponderabilium, der Lichtstoff, ist noch in der Physik anzutreffen und in dem Munde bedeutender Gelehrten zu hören. — Jedoch die mit der Annahme desselben verbundene Emanationstheorie tritt in vielen

Digitized by Google

Fällen in directen Widerspruch mit den beobachteten Erscheinungen, wodurch die Ueberzeugung ihrer Unwahrheit immer mehr und mehr um sich greift, während die mathematische Lichttheorie, welche von transversalen Vibrationen ausgeht, und von Männern wie Huyghens, Cauchy, Fresnel, Poisson, Airy, Schwerd u. v. A. ausgebildet worden ist, immer mehr und mehr zur Geltung gelangt. — Diese mathematische Lichttheorie leistet alles das, was nur von einer Theorie gefordert werden kann, nicht nur die einfachen Erscheinungen als die Reflexion und Refraction finden in ihr eine leichte Erklärung, sondern auch die complicirtesten erscheinen als in ihr nothwendig begründet. — So geht die Erklärung der Interferenz des Lichtes aus einem gegenseitigen Aufheben der Vibrationen von selbst hervor. — So wird die Polarisation und die doppelte Brechung durch die Verschiedenheit der Schwingungsebenen erklärt. — So gelangt man bei der mathematischen Entwickelung der zusammengesetzten Beugungserscheinungen zu Formeln, welche genau in sich das Gesetz der Zu- und Abnahme der Intensität des Lichtes, auf eine den Beobachtungen vollkommen entsprechende Weise enthalten. — Diese Theorie beschränkt sich jedoch nicht darauf, bereits wahrgenommene Erscheinungen zu erklären, sondern sie ist zu dem Triumphe gelangt, daß die unter dem Namen der inneren und äußeren conischen Refraction bekannten Erscheinungen zuerst von Hamilton auf mathematische Weise bestimmt und erst dann von Lloyd auf experimentellem

Wege als wirklich ſtattfindend nachgewieſen worden ſind. Dieſer Triumph ſteht demjenigen der Entdeckung des Neptuns in nichts nach und ſomit nimmt die mathematiſche Lichttheorie in unſerer Erkenntniß, neben der reinen Mathematik und der Gravitationstheorie einen ihr mit Recht zukommenden Platz ein. — Jedoch neben der Vorausſetzung, daß das Licht die Wirkung transverſaler Vibrationen ſei, enthält die Hypotheſe, auf welche ſich die mathematiſche Lichttheorie gründet, auch noch die Annahme daß dieſe Vibrationen diejenigen eines ſehr feinen und alle Körper durchdringenden unwägbaren Stoffes des Aethers ſeien, eine Annahme, welche mit unter die Widerlegung der realiſtiſchen Anſicht von dem Daſeienden fällt und nur deshalb gemacht worden iſt, um die Verſchiedenheit der Fortpflanzungsgeſchwindigkeit der transverſalen Vibrationen des Lichtes und der longitudinalen des Schalles zu erklären. — Newton hat nämlich bewieſen, daß die Vibrationswellen bei ihrer Fortpflanzung eine Geſchwindigkeit beſitzen, welche direkt proportional der Quadratwurzel aus der Elaſticität des Mediums und umgekehrt proportional der Quadratwurzel aus ſeiner Dichtigkeit iſt, und außerdem hat die mathematiſche Analyſis nachgewieſen, daß die Fortpflanzungsgeſchwindigkeit der Wellen longitudinaler Vibrationen eine bedeutend größere ſein müſſe, als diejenige der transverſalen. — Da außerdem die Fortpflanzungsgeſchwindigkeit als unabhängig von der Intenſität und der Dauer der Vibrationen erkannt wurde, ſo ſchien es,

Digitized by Google

um die bedeutend größere Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes als die des Schalles zu erklären, daß die Annahme eines Aethers der im Verhältniß zu seiner Elasticität eine sehr unbedeutende Dichtigkeit besitzen würde, durchaus erforderlich sei. Da jedoch diese Annahme eine unwahre ist, so wollen wir weiter untersuchen, ob sie auch wirklich eine nothwendige sei. Die Newton'sche theoretische Bestimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schallwellen ist von den neueren Mathematikern und namentlich von Laplace und Poisson bestätigt worden. — Nichts destoweniger erwies sich die Quadratwurzel aus dem Quotienten der Elasticität und der Dichtigkeit der Luft kleiner, als die wirklich beobachtete Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles und betrug ungefähr nur $^5/_6$ derselben. — Diese Differenz welche zu groß war, als daß sie hätte den Beobachtungsfehlern zugeschrieben werden können, brachte Laplace auf den Gedanken, daß durch die Verdichtungen, welche die Schallwellen hervorbringen, eine Erhöhung der Temperatur, dadurch eine Veränderung in dem Verhältnisse der Elasticität zu der Dichtigkeit und zuletzt eine Beschleunigung in der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen bewirkt werden könne, und deshalb brachte er den Quotienten der Wärmecapacität der Luft bei constantem Druck und der Wärmecapacität bei constantem Volumen als Correction bei der Newton'schen Formel an. — Der auf diese Weise zusammengesetzte Ausdruck für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Schallwellen in der Luft stimmt mit der empirisch beobachteten recht gut

Digitized by Google

überein und würde als ein richtiger angesehen werden können, wenn in der Bestimmung der Größe der Luftelasticität nicht ein Fehler gemacht worden wäre, der die ganze Berechnung über den Haufen wirft. — Die Elasticität der Luft sowie ihre Spannkraft, die dem Gewichte der Luftsäule, unter der sie sich befindet, gleich sein soll, werden aus der Höhe der Quecksilbersäule im Barometer berechnet. Nun wird aber durch die Höhe der Quecksilbersäule keineswegs der volle Luftdruck gemessen, sondern wie wir sogleich nachweisen werden, ist die Spannung der Luft eine bedeutend größere, als wie sie gewöhnlich in der Physik bestimmt wird. — Beweisen wir zuerst, daß die sogenannte Toricellische Leere, wenn auch ein luftleerer Raum, doch weit davon entfernt ist, ein leerer Raum zu sein. — Es sind uns empirisch überhaupt keine leeren Räume bekannt, weder unter der Luftpumpe, wo stets ein Theil der Luft nachbleibt, noch zwischen den Atomen der Materie, noch zwischen den Räumen der Weltkörper, da Niemand dorthin gelangt ist, um sich von dem Gegentheil zu überzeugen. — Eben so wenig Recht haben wir aber auch, den Raum über dem Quecksilber im Barometer als leer anzusehen, denn wir wissen aus der Physik, daß jede Flüssigkeit, unter die Luftpumpe gebracht, sogleich eine bedeutende Dampfbildung entwickelt. — Diese Bedingungen zum Verdampfen des Quecksilbers sind in dem Barometer auch erfüllt, weil über der Flüssigkeitssäule in demselben nicht nur ein luftverdünnter, sondern ein luftleerer Raum sich

Digitized by Google

zu bilden ſtrebt, wobei das Herabdrücken der Säule durch das Verdampfen des Queckſilbers hervorgebracht wird, welches wiederum dadurch eintritt, daß durch die Schwere des Queckſilbers der Theil des Luftdruckes, welcher ſich dem Uebergange der Flüſſigkeiten in den gasförmigen Zuſtand widerſetzt, aufgehoben wird. — Wenn aber Queckſilberdämpfe die Toricelliſche Leere erfüllen, ſo muß auch denſelben eine beſtimmte Spannung zugeſchrieben werden, deren Größe eine ſehr bedeutende ſein kann, uns aber ſtets unbekannt bleiben wird, ſo lange ſie nur mit der uns eben ſo unbekannten Spannung der anderen Körper wird verglichen werden können. Demnach aber iſt die wahre Größe des Luftdrucks auf eine beſtimmte Fläche gleich der Summe des Gewichtes einer auf dieſer Fläche errichteten Queckſilberſäule von der Höhe wie im Barometer und der Spannung der Queckſilberdämpfe in der Toricelliſchen Leere. — Daraus folgt aber, daß die jetzige Beſtimmung der Größen des Luftdruckes an der Oberfläche des Meeres zu 1,033 Kilogramm auf ein Quadratcentimeter eine viel zu kleine iſt, daß die Mariott'ſchen Geſetze in ihrer gegenwärtigen Ausdrucksweiſe unwahr ſind und daß endlich die Berechnung der Fortpflanzungsgeſchwindigkeit des Schalles eine völlig ungerechtfertigte iſt. — Es läßt ſich ſogar denken - die theoretiſche Beſtimmung der Fortpflanzungsgeſchwindigkeit der Wellen als eine wahre vorausgeſetzt — daß, wenn man in die Newton'ſche Formel die wirkliche Größe der Elaſticität der Luft einführte,

Digitized by Google

man zu einer Größe gelangen müßte, welche viel eher der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes, als derjenigen des Schalles entsprechend sein würde, woraus denn hervorgehen würde, daß nicht die große Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes, sondern die Unbedeutendheit derselben beim Schalle einer Erklärung bedarf, eine Erklärung, welche in dem Umstande gesucht werden kann, daß durch die Schallvibrationen die Grenze der vollkommenen Elasticität der Luft überschritten wird, was bei den Vibrationen des Lichtes nicht geschehen mag, wodurch möglicher Weise eine Verzögerung der Fortpflanzung des Schalles im Vergleich zu derjenigen des Lichtes eintreten kann. — Aus allem Diesem geht hervor, daß die Annahme eines Aethers in der Lichttheorie keineswegs erforderlich ist, so daß wir sie von derselben befreit, als wohlbegründet in unsere Erkenntniß aufnehmen können. Die Menschen sind in ihrer Erkenntniß über die Wärme auf dem Standpunkte angelangt, daß sie nicht mehr recht wissen, woran sie glauben sollen. — Sie überzeugen sich immer mehr und mehr, daß die Emanationstheorie, welche einen Wärmestoff annimmt, eine unwahre sei, daneben aber hat sich noch keine andere Theorie ausgebildet, welche durch ihre Vollkommenheit alle Zweifel heben könnte. — Allerdings ist auch für die Wärme eine Vibrationshypothese mit der gehörigen Beigabe eines Aethers aufgestellt worden, sie hat sich aber noch nicht zu einer mathematischen Theorie emporgehoben und besitzt folglich noch nicht die Beweise ihrer Wahrheit. — Die

Digitized by Google

mathematiſchen Wärmetheorien, welche jetzt beſtehen, namentlich die von Fourrier und Poiſſon gehen blos von Thatſachen aus und beſchäftigen ſich mit der Löſung ſpecieller Aufgaben, ohne in das Weſen der Wärme einzudringen, ſo daß wir die Erkenntniß des Menſchen über die Wärme als noch höchſt mangelhaft bezeichnen müſſen. — Berückſichtigen wir jedoch den guten Erfolg, mit dem alle Verſuche die Naturerſcheinungen durch Vibrationen zu erklären, gekrönt worden ſind, ſo werden wir unwillkürlich dahin geführt, der Vibrationstheorie der Wärme auch eine künftige Geltung zu prophezeien, und dieß es mit völliger Gewißheit, wenn wir die Erſcheinungen der ſtrahlenden Wärme und des Lichtes mit einander vergleichen. — Was endlich die noch zu betrachtenden Imponderabilia anbetrifft, ſo verdanken ſie ihre Entſtehung der Meinung der Phyſiker, daß die Materie ſelbſt keine electriſchen und magnetiſchen Eigenſchaften beſitzen könne, wodurch ſie zu der Annahme zweier Paare electriſcher und magnetiſcher Flüſſigkeiten mit den Fähigkeiten, ſich gegenſeitig anzuziehen und abzuſtoßen, verleitet worden ſind. — Nun ſind dieſe Flüſſigkeiten nicht allein durch unſere Widerlegung der realiſtiſchen Anſicht vernichtet, ſondern ihnen widerſprechen auch mehrere Erſcheinungen, während keine derſelben ſie zu beſtätigen ſcheint, wobei noch die anziehenden und abſtoßenden Kräfte, wie man ſich dieſelben in der gegenwärtigen Naturlehre als aus der Ferne wirkend vorſtellt, bei der Electricität und dem Magnetismus ebenſo unmöglich

Digitized by Google

ſind, als in einem jeden andern Falle. — Außer dieſer materialiſtiſchen Anſicht von der Electricität und dem Magnetismus haben ſich bisjetzt nur ſchüchterne Stimmen hervorgewagt, die Erſcheinungen derſelben für Molecularwirkungen oder gar für Vibrationen auszugeben; die vorſichtigen Naturforſcher haben ſtets ſich blos der Ausdrücke Electricität und Magnetismus bedient, welche die reinen Thatſachen bezeichnen, weil die Ausdrücke „electriſche und magnetiſche Flüſſigkeiten" ſtets eine ganze Hypotheſe in ſich enthalten. — Obwohl es noch keine begründete Theorie giebt, welche die Erſcheinungen der Electricität und des Magnetismus erklären würde, ſo können wir doch hier der mathematiſchen Unterſuchungen erwähnen, durch welche die Vertheilung der Electricität und des Magnetismus in den Körpern und die Einwirkungen dieſer Körper aufeinander auf theoretiſche Weiſe beſtimmt worden ſind und welche als wahr anerkannt werden können, weil ſie, von Thatſachen ausgehend, zu mit der Beobachtung übereinſtimmenden Reſultaten geführt haben, wobei vor allen andern die Namen von Poiſſon, Gauß und Weber erwähnt werden müſſen. Wenn aber auch die Erkenntniß des Weſens der Electricität noch völlig mangelt, ſo haben die Erſcheinungen des Magnetismus es merkwürdiger Weiſe geſtattet, ſie auf eine andere Thatſache zurückzuführen, nämlich auf die galvaniſchen Ströme, wie dieſes in der Theorie des Magnetismus von Ampère verwirklicht iſt. — Wenn man die Einwirkungen der galvaniſchen

Digitized by Google

Ströme aufeinander und auf die Magnetnadel vergleicht, und daraus die Ebene und die Richtung der Ströme in den Magneten bestimmt, so zeigen sie sich auch in anderen Fällen diesen Bestimmungen entsprechend, so daß es keinem Zweifel mehr unterworfen werden kann, daß der Magnetismus die Wirkungen galvanischer Ströme im Innern der magnetischen Körper sei. — Wenn auch in Ampère's Theorie, sowie in den angeführten mathematischen Untersuchungen, noch von Atomen, electrischen Flüssigkeiten und Anziehungen und Abstoßungen die Rede ist, so bleiben alle diese irrigen Vorstellungen ohne Einfluß auf den wesentlichen Theil dieser Theorien, welche als auf Thatsachen ausgehend, in unserem empirischen Wissen begründet sind. — Wenn die Materie auch nicht aus Atomen besteht, so gibt es doch Körper, an denen die Erscheinungen der Electricität und des Magnetismus bemerkt werden; wenn diese Erscheinungen auch nicht durch Flüssigkeiten hervorgebracht werden, so finden sie nichts destoweniger statt, und wenn es auch keine Anziehungen und Abstoßungen gibt, so haben dennoch die electrischen und magnetischen Körper das Streben, sich entweder zu- oder von einander zu bewegen. — Dieses sind Thatsachen, die einer Theorie zur Grundlage dienen können, welche, wenn sie einen gesetzmäßigen Weg verfolgt, zu richtigen Erklärungen der Erscheinungen gelangen kann. — Dieses gilt auch von der electrochemischen Theorie, welche von der Thatsache ausgeht, daß bei der Berührung zweier Körper eine Electricitätentwickelung stattfindet, und dieselbe auch bei der einer

Digitized by Google

chemischen Verbindung vorangehenden innigen Berührung der Stoffe voraussetzt, dadurch eine sichere Grundlage gewinnt und nicht mehr die Affinität als eine besondere Anziehungskraft zu betrachten braucht. — Obwohl auch in ihr noch von Atomen und Anziehungen und Abstoßungen die Rede ist, so enthält sie nichts destoweniger Andeutungen welche unabhängig von diesen irrthümlichen Ansichten sind, und bei einer anderen Grundlage, als die gegenwärtige, auch benutzt werden können. —

Somit hätten wir unsere kritischen Untersuchungen über die Ansichten, welche sich die Menschen über die anorganische, materielle Welt gebildet haben, beschlossen, und wenn wir auch nicht alle von einander abweichenden Meinungen haben betrachten können, so haben wir doch die Grundsätze, auf die die Naturlehre gründet, der Beurtheilung unterworfen, und unser Resultat ist, daß wir die realistische Ansicht über die Materie, die anziehenden und abstoßenden Kräfte, und die Annahme der Imponderabilien als unwahr erkannt haben, daß wir ferner die Erkenntniß des Wesens der Materie, und die Erklärung der Bewegung als noch fehlend bezeichnen müssen, hingegen diejenigen Theorien, welche von Thatsachen ausgehend, sich auf streng logische oder mathematische Weise entwickeln, als die Mechanik, die Gravitationstheorie, die Schall- und Lichttheorie, die Theorie Ampère's über den Magnetismus die electrochemische, und so manche andere, als *wahre* anerkennen können. — Als unbedingt wahr haben wir die Begriffe des Raumes

Digitized by Google

und der Zeit, sowie die Mathematik in unsere Erkenntniß aufgenommen, und endlich haben wir die innere Nothwendigkeit des Nichts eingesehen, wodurch wir in einem Widerspruche mit unserem empirischen Wissen zu stehen scheinen. —

Wollten wir unsere kritischen Untersuchungen über die Erkenntniß der Menschen noch weiter fortführen, so hätten wir der angegebenen Reihefolge gemäß zu der Beurtheilung ihrer Ansichten, über die organische Welt der Pflanzen und Thiere überzugehen. — Jedoch wir haben nachgewiesen, daß jede Erkenntniß zu ihrer vollkommenen Begründung die Erforschung des Wesens des Daseienden voraussetzt, was noch nicht geleistet ist. — Darum wollen wir mit unseren kritischen Untersuchungen einhalten und getreu unserem Vorsatze, das Wissen der Menschen der Wahrheit näher zu bringen, eine neue Begründung und Entwickelung der Naturerkenntniß versuchen, wobei wir mit der Hinwegschaffung des Widerspruchs, in dem wir uns befinden, und mit der Bestimmung des Wesens der Materie, in der alle fernere Erkenntniß begründet sein muß, den Anfang zu machen haben. —

Digitized by Google

Begründung

und

Entwickelung der Naturerkenntniß.

Digitized by Google

Digitized by Google

Erſtes Kapitel.

Weſen der Materie und allgemeine Eigenſchaften der Körper.

Zwiſchen unſerer Kenntniß und unſerer Erkenntniß beſteht ein Widerſpruch. — Die innere Nothwendigkeit des Nichts ſcheint nicht nur der Wirklichkeit, ſondern auch der Möglichkeit einer materiellen Welt zu widerſprechen. — Jedoch dieſer Widerſpruch, als beiderſeitig begründet, muß ſich auflöſen laſſen und die Unbeſtimmtheit des Weſens der Materie gewährt uns die Mittel dazu, indem wir deshab als ſolches nur dasjenige zu beſtimmen brauchen, das obwohl reell daſeiend der innern Nothwendigkeit des Nichts nicht widerſpricht, und zugleich in ſich die Urſachen aller Erſcheinungen der Welt enthält, und dieſem entſprechend, erblicken wir in unſerem Wiſſen die Bewegung, und zwar ideelle Bewegung, d. h.

Digitized by Google

Bewegung ohne Bewegtes, weil durch die Nothwendigkeit des Nichts, das Daſein eines Jeden, das als bewegt angeſehen werden könnte, aufgehoben iſt, während der reine Begriff der Bewegung ohne Bewegtes, dem Nichts nicht widerſpricht, weil Beide in ſich nur die Begriffe des Raumes und der Zeit enthalten, indem die Größe der Bewegung oder die Geſchwindigkeit ihr Verhältniß ausdrückt, während das Nichts die Ausdehnung und die Dauer nicht ausſchließt. — Um uns jedoch zu überzeugen, daß außer der ideellen Bewegung wir nichts Anderes, als das Weſen der Materie beſtimmen können, brauchen wir nur zu berückſichtigen, daß da von allen andern Thatſachen keine wie die Bewegung ſich auf die Begriffe von Raum und Zeit zurückführen läßt, ſie alle dem Nichts widerſprechen, indem es nur dieſe beiden Begriffe neben ſich geſtattet. — Demnach kann die empiriſch gekannte Welt, indem wir nach der Uebereinſtimmung der Erkenntniß und der Kenntniß ſtreben, blos als das Ideal, als das Muſterwerk einer Welt betrachtet werden, welche wir auf ſpeculative Weiſe conſtruiren wollen, wobei wir ſodann als Schöpfer und Baumeiſter ſelbſt nicht nur die äußere Erſcheinung werden zu bewundern haben, ſondern auch mit dem Innern derſelben bekannt ſein werden. In unſere Erkenntniß haben wir nur die Begriffe von Raum und Zeit als unbedingt wahr aufgenommen, und können alſo auch nur dieſe Begriffe, in Verbindung mit demjenigen der ideellen Bewegung gebrauchen, um durch die Sätze der Logik, Mathematik und Mechanik ge-

Digitized by Google

leitet den Verſuch zu machen, eine Weltconſtruktion zu vollbringen.

Viele werden hier einwenden, daß die ideelle Bewegung unmöglich ſei, weil zu jeder Bewegung ein Bewegtes gehöre. — Darauf können wir entgegnen, daß dieſe Behauptung eine von den vielen Irrthümern ſei, welche durch unſere ſinnlichen Wahrnehmungen in uns hervorgerufen werden, mit dem Fortſchreiten des Denkens aber ihre Widerlegung finden. — Scheint es uns, daß eine Bewegung ohne Bewegtes unmöglich ſei, ſo kommt dieſes nur daher, weil wir immer nur Gegenſtände als bewegt erblicken, deshalb glauben wir, auch in der ideellen Bewegung etwas unſerem Wiſſen Widerſprechendes zu erkennen, was ſie aber weit entfernt iſt zu ſein. — Die ideelle Bewegung wird ſo lange von den Menſchen für unmöglich gehalten werden, bis ſie in derſelben das Weſen der Materie erblicken und ihr reelles Daſein anerkennen müſſen. — Dieſes nun iſt durch folgende Betrachtung unwiderlegbar bewieſen. Daß es Bewegungen giebt, beweiſen unſere täglichen Wahrnehmungen. Unſere Erkenntniß belehrt uns aber, daß Dasjenige, was wir als bewegt erblicken, kein ſelbſtſtändig Daſeiendes, für ſich Beſtehendes ſein könne, wie es in der realiſtiſchen Anſicht vorausgeſetzt wird. Daraus geht hervor, daß die wirklich ſtattfindenden Bewegungen — ideelle Bewegungen ſind. — Obwohl nun dieſer Beweis genügend iſt, ſo machen wir dennoch darauf aufmerkſam, daß, wollten wir der Bewegung ſtets ein Bewegtes zugeſellen, wir ſo-

dann unmöglich das Weſen der Materie erkennen könnten, weil wiederum die Frage nach dem Weſen dieſes Bewegten geſtellt werden müßte. — Ferner erinnern wir noch einmal an alle die Widerſprüche, in die man durch die realiſtiſche Anſicht verwickelt wird, an die Nothwendigkeit, in die man geräth, die Atomiſtik zu geſtatten, um zuletzt immer wieder zu dem Reſultate zu gelangen, daß der Materie kein ſelbſtſtändiges Daſein zuzuſchreiben ſei, wodurch man ſich alſo in einem ewigen Kreiſe herumdrehen würde. — Auch kann ſchon deshalb dem Weſen der Materie nur etwas Ideelles zu Grunde gelegt werden, weil die Erkenntniß deſſelben blos der Vernunft zugänglich iſt, welche niemals die Nothwendigkeit eines für ſich beſtehenden Etwas wird einſehen können, und ſtets Fragen über das Weſen deſſelben zu beantworten haben wird, während das Ideelle ſeiner Natur nach als ein Letztes erſcheint, nach deſſen Möglichkeit nicht mehr gefragt werden kann, und man ſich damit begnügen muß, ſeine Wirklichkeit eingeſehen zu haben. —

Die ideellen Bewegungen müſſen auch den Geſetzen der Mechanik unterworfen ſein, da dieſelben als Vernunftprincipien allgemein gültig ſind, und folglich müſſen wir auch die Urſache einer jeden ideellen Bewegung in einer anderen ihr vorhergehenden ſuchen, weil, nachdem wir Bewegung als das Weſen der Welt erkannt haben, auch die Urſache jeder Bewegung, nur in anderen Bewegungen enthalten ſein kann. In Folge deſſen erſcheinen uns die Bewegungen einerſeits als endlich, indem eine jede derſelben aus der Wirkung anderer ihr vorher-

Digitized by Google

gehender entsteht, um im Hervorbringen nachfolgender unterzugehen; andererseits aber auch als ewig, indem da eine jede Bewegung die Wirkung und die Ursache anderer Bewegungen ist, ein Regreß und Progreß bis in's Unendliche stattfindet. — Deshalb ist auch die Frage nach dem Ursprunge der Bewegungen unstatthaft, weil das Ewige ebensowenig einen Anfang als das Unendliche Grenzen hat. — Durch diese Unerklärbarkeit ihres Ursprungs erscheinen die Bewegungen als zufällig, und nur dieser Zufälligkeit verdanken sie ihre Möglichkeit, neben der Nothwendigkeit des Nichts zu bestehen, denn die Nothwendigkeit des Nichts kann nur durch eine Zufälligkeit des Etwas aufgehoben werden. — Ebenso erscheinen auch die einzelnen Bewegungen als zufällig, so lange sie aus einem uns unerklärten Zusammenwirken der Umstände hervorgehen. Dieses Hervorgehen ist aber ein nothwendiges, weil jede Bewegung beim Hervorbringen anderer nach ewigen, unabänderlichen, nothwendigen Gesetzen wirkt, wodurch die Bewegungen der Regelmäßigkeit der Welt entsprechen und die Wirklichkeit als die Einheit der Nothwendigkeit und Zufälligkeit bedingen. —

Obwohl nun der Satz, daß ideelle Bewegung das Wesen der Welt sei, ein Satz, welcher behauptet, daß Alles auf Bewegung zurückgeführt werden müsse, das Wesen der Materie und die Ursachen aller Naturerscheinungen hinlänglich bewiesen ist, und mit allen seinen Consequenzen in unserer Erkenntniß feststeht, so ist er doch noch zu unbestimmt, um uns eine klare Vorstellung

Digitized by Google

zu geben, wie die Materie aus der ideellen Bewegung gebildet sei. — Um zu dieser Erkenntniß zu gelangen, müßten wir zu einem Zeitpunkte zurückgehen können, in dem die Materie entstanden wäre, wodurch wir sodann, bei der Betrachtung dieser Entstehung, den geforderten Uebergang von der Bewegung zu der Materie hätten. — Diesem Zeitpunkte wäre folglich ein vorweltlicher Zustand vorhergegangen, der so beschaffen sein müßte, daß in ihm noch Nichts wäre, aber aus ihm Alles hervorgehen könnte. — Obwohl in ihm noch Nichts sein soll, so kann er dennoch nicht mit dem absoluten Nichts identisch aufgefaßt werden, denn aus diesem kann nie Etwas hervorgehen, sondern im vorweltlichen Zustande müßte, damit die Welt aus ihm entstehen könnte, das Wesen derselben enthalten sein, nämlich ideelle Bewegung. — Aber wiederum, weil in ihm noch Nichts sein soll, so dürfen keine wirkliche Bewegungen stattfinden, sondern sie müssen sich gegenseitig aufheben, im Gleichgewichte sein. — Es darf nur ein Streben zur Bewegung in ihm sein. — Außerdem müßten in ihm keine Unterschiede anzutreffen sein; denn diese sind ein Merkmal des Daseins eines Etwas, folglich müßte auch in dem vorweltlichen Zustande die Bedingung der Unterschiedslosigkeit, des Strebens zur Bewegung erfüllt sein. — Das Streben zur Bewegung ist aber unterschiedslos, wenn es gleich ist, und dieses nicht nur an einigen Punkten, sondern im ganzen unendlichen Raume, und nicht nur in einigen Richtungen, sondern in allen. — Diese Gleichheit des

Digitized by Google

Strebens zur Bewegung bedingt ein allgemeines Gleichgewicht aller Bewegungen, jeder Punkt des unendlichen Raumes wird in Ruhe bleiben, und nur ein Streben sich nach allen Seiten mit gleicher Geschwindigkeit zu bewegen besitzen. — Von einem empirischen Standpunkte wird der auf diese Weise bestimmte vorweltliche Zustand als völlig inhaltlos, als Nichts erscheinen, weil wir auf demselben stets gewohnt sind, wirkliche Gegenstände als bewegt zu erblicken, auch wird es der Nothwendigkeit des Nichts nicht widersprechen, da es von einem speculativen Standpunkte aus nur das Streben zu einer ideellen Bewegung — das Wesen der Welt — enthält. —

Durch die Annahme eines Zeitpunktes, in dem die Materie entstanden wäre, haben wir jedoch eine ungerechtfertigte Voraussetzung gemacht. Die Bewegungen bestehen seit Ewigkeit und folglich auch die Welt. Wir müssen deshalb um unseren Fehler gut zu machen, unsere Annahme eines vorweltlichen Zustandes wieder aufheben, indem wir die Welt und folglich auch die Bewegungen als daseiend betrachten. — Dieses mag willkürlich erscheinen, ist es aber nicht, weil wir dadurch eine ungerechtfertigte, blos der Bequemlichkeit wegen gemachte Voraussetzung aufheben, und nur Dasjenige einführen, dessen Wirklichkeit wir täglich wahrnehmen, das Stattfinden der Bewegungen, welche durch ihre Ewigkeit uns der Mühe entheben, ihre Entstehung näher zu erklären. — Das Stattfinden der Bewegungen erfordert aber, daß wir die

Digitized by Google

Unterschiedslosigkeit der Streben zur Bewegung in unserem vorweltlichen Zustande nicht mehr als bestehend betrachten, sondern denselben sowohl für verschiedene Punkte als in verschiedenen Richtungen, als verschieden ansehen. — Dadurch wird aber die Inhaltlosigkeit unseres vorweltlichen Zustandes aufgehoben, das Nichts ist verschwunden und die Merkmale des Etwas sind durch das Setzen der Unterschiede ins Dasein getreten, zugleich aber auch Dasjenige, woraus das Etwas besteht — die Materie, — welche dem Wesen nach mit dem vorweltlichen Zustande identisch, und als das Streben jedes Punktes sich nach allen Seiten zu bewegen erscheint, jedoch mit dem Unterschiede, daß dieses Streben jetzt nicht mehr für alle Punkte und Richtungen gleich, sondern verschieden ist. So geht aus der Idealität des Wesens der Materie, durch das Setzen der Unterschiede die Realität dieser Welt hervor. —

Das Streben jedes Punktes sich zu bewegen kann nun sowohl, für die verschiedenen Punkte, als in den verschiedenen Richtungen verschieden sein. — Durch die Verschiedenheit des Strebens zur Bewegung der einzelnen Punkte wird die Verschiedenheit und Mannigfaltigkeit und durch die Veränderung desselben, die Veränderlichkeit der Materie begründet, während durch die Verschiedenheit in verschiedener Richtung, eine Bewegung in der Richtung des prädominirenden Strebens nothwendig hervorgebracht werden muß, wodurch folglich die Materie Bewegbarkeit besitzt und dadurch ihr inneres Wesen of-

Digitized by Google

fenbart. — Diejenigen Theile der Materie, die ein gleiches Streben, ſich nach allen Seiten zu bewegen, beſitzen, werden zu einem und demſelben Stoffe zu rechnen ſein. Jeder Stoff wird alſo in ſich homogen oder gleichartig, während jeder derſelben zu den anderem, heterogen oder verſchiedenartig iſt. — Jeder Körper als ein Theil der den unendlichen Raum erfüllenden Materie wird eine Ausdehnung beſitzen. — Die beſtimmte Ausdehnung eines Körpers iſt ſein Volumen, und je nachdem wie derſelbe von der übrigen Materie begrenzt iſt, beſitzt er eine Form, eine Figur. — Demnach erſcheint uns ein jeder in ſich homogene Körper, da das Weſen der ihn bildenden Materie ein Streben jedes Punktes ſich nach allen Seiten zu bewegen iſt, von einem empiriſchen Standpunkte betrachtet, ebenſo inhaltlos, wie der vorweltliche Zuſtand, und es fragt ſich, wie es möglich ſei, daß an einem ſolchen Körper ſich Kräfte offenbaren können, da wir aus der Erfahrung wiſſen, daß eine jede mechaniſche Kraft durch das Produkt aus der Maſſe eines ſich bewegenden Körpers und ſeiner Geſchwindigkeit gemeſſen wird, hier aber der eine Factor, die bewegte Maſſe, weil das Weſen der Materie ideelle Bewegung ohne Bewegtes iſt, gleich 0 iſt?

Erinnern wir uns deshalb des mathematiſchen Satzes, daß der Quotient zweier 0, eine endliche Größe ſei. — Wenn wir einen Bruch haben, bei dem ebenſowohl im Zähler als im Nenner, als Factoren, zwei verſchiedene und veränderliche Größen ſich befinden, die aber

Digitized by Google

so beschaffen sind, daß sie beide zugleich Null werden, so wird der Bruch, wenn die veränderlichen Größen beständig kleiner werden, sich deshalb nicht der Null, sondern einer bestimmten Größe nähern, einer Grenze, unter die der Bruch nicht sinken kann, man möge die veränderlichen Größen noch so klein nehmen, wie man wolle. Wenn nun die beiden veränderlichen Größen wirklich gleich Null werden, so werden dieses der Zähler und der Nenner auch, der Bruch selbst wird aber der obenerwähnten Grenzgröße gleich, weil indem die beiden veränderlichen Größen gleich Null werden, sie sich gegenseitig, sowie ihre vernichtende Wirkung aufheben, so daß der Quotient zweier Nichts als das Verhältniß der im Zähler und im Nenner sich befindenden constanten Größen erscheint. — Aus diesen Betrachtungen geht hervor, daß wir keineswegs zwei Nichts, wenn sie eine besondere speculative Bedeutung haben, als einander gleich betrachten können, sondern daß sie es vielmehr blos in Bezug auf andere endliche Größen sind, indem sie in diesem Falle sämmtlich nicht in Betracht kommen, während in Bezug aufeinander sie eine bestimmte Bedeutung und einen bestimmten Werth haben, so daß ihr gegenseitiges Verhältniß ein reelles und endliches ist. —

Ebenso verhält es sich auch mit den Kräften der Materie, sie zeigen sich stets nur beim Wirken zweier oder mehrerer Körper aufeinander und dabei erscheinen sie uns von einem empirischen Standpunkte, ebenso wie der Zähler und Nenner im Bruche $\frac{ax}{by}$ beide zugleich mit x

Digitized by Google

und y gleich 0 werden, auch als Nichts, weil der eine Factor in dem sie ausdrückenden Produkte, der dem x und y entsprechende, die bewegte Masse, gleich 0 ist. — Ebenso aber wie von einem speculativen Standpunkte aus, in dem obenerwähnten Bruche der Zähler ideell a bleibt und der Nenner ideell b, so ist auch die Materie jedes Körpers speculativ, ein Etwas, ein Streben jedes Punktes sich nach allen Seiten zu bewegen, und endlich ebenso wie in diesem Falle der Quotient des Bruches $\frac{0}{0}$ gleich dem Quotient des Bruches $\frac{a}{b}$ und eine endliche Größe ist, so ist auch das Verhältniß zweier Körper, deren Wesen ideelle Bewegung ist, in ihren Einwirkungen auf einander ein endliches und reelles.

Daher kommt es, daß, weil alle Körper auf ideelle Bewegung begründet sind, sie sich gegenseitig einen Widerstand leisten können und Kräfte offenbaren. Besäßen wir einen selbstständig für sich bestehenden Körper, wie man sich denselben in der realistischen Ansicht vorstellt, so würden allerdings diejenigen, welche blos aus ideeller Bewegung gebildet sind, als nicht daseiend erscheinen, ebenso wie 0 im Vergleich mit einer endlichen Größe nicht in Betracht kommt. — Ein solcher Körper besteht aber nicht, und deshalb hat die ideelle Bewegung in einem jeden Körper ihre Geltung und offenbart sich als eine Kraft, weil ihr überall nur ideelle Bewegung entgegensteht. — Auf diese Weise ist eine jede Kraft auf Bewegung begründet und als eine mechanische aufzufassen, so daß Kraft stets dort ist, wo Bewe-

gung ist, und wo eine Kraft sich offenbart, auch Bewegung sein muß.

Die Kräfte der Materie offenbaren sich auf folgende Weise. Das Streben, sich zu bewegen, ist in dem Innern eines homogenen Körpers für alle Punkte gleich, folglich besteht in ihm ein Gleichgewicht, da aber dieses Streben, sich zu bewegen, nach allen Seiten stattfindet, so geschieht dieses auch auf den aus dem Körper hinausführenden Richtungen. — Die Materie jedes Körpers besitzt ein Streben, sich aus demselben hinauszubewegen.

Diesem Streben zur Bewegung entgegen steht das Streben der übrigen Theile der Materie, sich gleichfalls auch nach allen Richtungen zu bewegen und folglich auch in einen jeden Körper hinein.

Diese beiden Streben zur Bewegung bekämpfen sich gegenseitig und erscheinen als die beiden Grundkräfte der Materie. — Das Streben zur Bewegung der Materie aus jedem Körper hinaus, indem sie die Theile desselben von einander zu entfernen sucht, tritt als eine Repulsionskraft auf, während das Streben zur Bewegung der übrigen Materie in einen jeden Körper hinein als eine Compressionskraft erscheint. — Je nachdem die eine oder die andere Kraft das Uebergewicht hat, findet eine Bewegung der Materie aus dem Körper hinaus oder in denselben hinein statt, wodurch das Volumen des Körpers vergrößert oder verkleinert wird, es findet entweder ein Ausdehnen oder Zusammendrücken statt, wo-

Digitized by Google

durch alſo die Ausdehnbarkeit und Zuſammendrückbarkeit der Körper begründet iſt. — Wenn aber die Repulſionskraft und Compreſſionskraft der Materie ſich einander gleich ſind, ſo heben ſich die Streben, ſich aus einem Körper hinaus und ſich in denſelben hinein zu bewegen, auf, es findet weder ein Ausdehnen, noch ein Zuſammendrücken ſtatt, ſondern das Volumen bleibt unverändert. — Indem auf dieſe Weiſe der Körper durch ſeine Repulſionskraft ſein Volumen behauptet, beſitzt er eine Spannung, durch die er der Compreſſionskraft der Materie, dem äußeren Drucke das Gleichgewicht hält. — In dieſem Spannungsgleichgewichte erblicken wir die Körper, wenn ſie eine gleiche Temperatur haben, weil ſie ſodann ihrem Volumen nach unveränderlich ſind, während dieſes bei verſchiedener Temperatur nicht ſtattfindet und Ausdehnungen und Zuſammenziehungen eintreten, wobei wir außerdem noch bemerken, daß, wenn die Spannung eines Körpers bei einem beſtimmten Volumen dem äußeren Drucke das Gleichgewicht nicht halten kann, oder ihn überwiegt, ſie bei einem kleineren oder größeren Volumen mit demſelben in's Gleichgewicht gelangt, weil ſie, bei der Ab- oder Zunahme des Volumens mit der Quantität des in einem beſtimmten Raume eingeſchloſſenen Strebens zur Bewegung, zu- oder abnimmt, und dieſes ſo lange, bis ſie mit dem äußeren Drucke wieder im Gleichgewichte iſt. — Daraus folgt aber, daß durch die Quantität der Materie und durch die Bedingung des Spannungsgleichgewichts in allen ſich berührenden

Digitized by Google

Körpern, das Volumen jedes einzelnen derſelben beſtimmt wird, ſo daß kein Körper es geſtatten wird, daß in den von ihm eingenommenen Raum ein anderer Körper eindringe, wenn er ſich nicht nach einer andern Seite ausdehnen kann, wodurch alſo alle Körper undurchdringlich ſind. — Ebenſo aber duldet kein Körper neben ſich leere Räume, d. h. ſolche, welche keinen Druck auf ihn auszuüben vermögen. — In ſolche muß die Materie der ſie umringenden Körper, ſich ſogleich hineinbewegen und ſie erfüllen, ſo daß die Materie überall continuirlich iſt. —

Durch die Bedingung des Gleichgewichtes der Repulſions- und der Compreſſionskraft der Materie oder der Spannung und des äußeren Druckes werden noch andere Eigenſchaften der Körper bedingt. So iſt in derſelben die Urſache des Widerſtandes enthalten, welche alle Körper einer jeden Volumenänderung entgegenſetzen, und allerdings, ſobald eine Kraft das Volumen eines Körpers verändert, indem ſie denſelben entweder zuſammendrückt oder ausdehnt, ſo hebt ſie das Gleichgewicht der Spannung und des äußeren Druckes auf. Sie erhebt die Spannung des Körpers über den äußeren Druck, wenn ſie ihn zuſammendrückt, und vermindert dieſelbe, wenn ſie den Körper ausdehnt. Sobald die Spannung eines Körpers größer iſt, als der äußere Druck, ſo ſucht ſie den Körper auszudehnen und widerſetzt ſich durch dieſen Ueberſchuß der zuſammendrückenden Kraft, welche auch die Verminderung des Volumens nur ſoweit treiben kann,

Digitized by Google

bis der Ueberſchuß der Spannung über den äußeren Druck ihr gleich wird. Ebenſo hat eine Kraft, welche einen Körper ausdehnt, den äußeren Druck zu überwinden, welcher denſelben wieder zuſammenzudrücken ſtrebt; das Ausdehnen eines Körpers kann auch durch eine Kraft nur ſoweit getrieben werden, bis das Uebergewicht des äußeren Druckes über die Spannung ihr gleich wird. Hört eine Volumen verändernde Kraft auf ſo wird der Körper, wenn er zuſammengedrückt worden iſt, durch ſeine, den äußeren Druck überwiegende, Spannung wieder ausgedehnt, oder war er ausgedehnt worden, durch den äußeren Druck wieder zuſammengedrückt. In beiden Fällen nimmt er aber ſein früheres Volumen wieder ein, denn nur bei demſelben beſteht das Spannungsgleichgewicht. — Dieſe Fähigkeit der Körper, immer wieder ihr früheres Volumen anzunehmen, wollen wir die Volumenelaſticität derſelben nennen.

Außer der Volumenänderung kann auch eine Formänderung der Körper hervorgebracht werden, oder ein Trennen ihrer Theile von einander. Die Formänderung wird gewöhnlich durch ein Biegen bewirkt, wodurch einige Theile der Körper zuſammengedrückt, andere ausgedehnt werden. Daraus entſteht ein Beſtreben der Erſteren, ſich wieder auszudehnen, und des äußeren Druckes, die Letzteren wieder zuſammenzudrücken. Dieſe beiden Streben widerſetzen ſich der biegenden Kraft, und indem ſie mit der Biegung nothwendig zunehmen, ſetzen ſie, ſobald ſie

Digitized by Google

der biegenden Kraft gleich werden, der Formveränderung eine Grenze.

Wenn nun die biegende Kraft aufhört zu wirken, so dehnen sich die zusammengedrückten Theile wieder aus, während die ausgedehnten zusammengedrückt werden, und der Körper nimmt die frühere Form wieder an, wenn durch die Biegung keine Verrückung der Theile in seinem Innern hervorgebracht worden ist, wodurch ein neues Gleichgewicht hätte entstehen können. —

Diese Eigenschaft der Körper, ihre Form wieder anzunehmen, werden wir als die Formelasticität derselben bezeichnen. Sie ist eine vollkommene, wenn die frühere Form vollkommen wiedererſetzt wird, und eine unvollkommene, wenn dies nur theilweise geschieht, indem durch das Verschieben der Theile im Innern des Körpers ein neuer Gleichgewichtszustand eintritt, welcher bei einer anderen Form stattfindet. Die Körper sind vollkommen oder unvollkommen elastisch, nur im Verhältniß zu der Kraft, die auf sie einwirkt. Zu einem jeden Körper kann eine so kleine Kraft gedacht werden, daß sie die Grenze seiner vollkommenen Elasticität nicht überschreitet, während eine größere eine bleibende Formveränderung in ihm hervorbringt. — Ebenso kann aber auch ein jeder Körper als unelastisch betrachtet werden, indem eine hinlänglich große Kraft durch das Verschieben seiner Theile ihm eine völlig andere Form ertheilen kann.

Auf dieselbe Weise widersetzen sich die Körper auch

Digitized by Google

der Trennung ihrer Theile, indem ein jedes Zusammendrücken zu einem Zerdrücken, ein jedes Ausdehnen zu einem Zerreißen und ein jedes Biegen zu einem Brechen werden kann. Der Widerstand kommt auch stets von dem jeder Trennung vorangehenden Zusammendrücken der Theile, oder von ihrem Entfernen von einander, wobei der äußere Druck sogleich als zusammenhaltend auftritt. — Dieser Widerstand gegen das Trennen ihrer Theile ist die Festigkeit der Körper; ihr Maaß ebenso wie bei der Elasticität die Kraft, welche erforderlich ist, sie zu überwinden. Die Festigkeit wird zwischen homogenen Körpern als Cohäsion und zwischen heterogenen als Adhäsion bezeichnet. — Alle diese Eigenschaften sind bei den verschiedenen Körpern verschieden und mit der Temperatur zugleich veränderlich.

Derjenige, der in der Physik nur einiger Maßen bewandert ist, wird bereits eingesehen haben, daß in dem Wesen der Materie, wie wir es bestimmt haben, alle die an den Körpern wahrgenommenen allgemeinen Eigenschaften begründet sind, ohne daß wir dieses besonders nachzuweisen brauchen. — Auf einen Widerspruch muß ich jedoch wiederum aufmerksam machen. —

Unsere Wahrnehmung der Körper zeigt sie uns als verschieden und nebeneinander, bei gleicher Temperatur unveränderlich, dem Volumen nach bestehend. Durch diese Volumenbeharrlichkeit wird aber eine gleiche Spannung aller Körper bedingt, wodurch scheinbar alle Ver-

Digitized by Google

ſchiedenheit derſelben aufgehoben wird; ſo daß unſere Erkenntniß in einen Widerſpruch mit unſerer Kenntniß tritt. — Dieſes deutet auf eine Unvollkommenheit, auf eine Lücke in unſerer Beſtimmung des Weſens der Materie hin, und als ſolche ſtellt ſich auch wirklich der Umſtand heraus, daß die Bewegung, die wir der Materie zu Grunde gelegt haben, noch nicht erklärt iſt. — Wir wollen Dieſem abzuhelfen ſuchen, indem aus der Löſung des neuentdeckten Widerſpruchs uns wiederum die Wahrheit entgegenleuchten muß.

Digitized by Google

Zweites Kapitel.

Erklärung der Bewegungen und der Kräfte.

Von unserem theoretischen Standpunkte aus findet die Bewegung eines Körpers nur dann statt, wenn in ihm das Streben jedes Punktes sich zu bewegen nicht nach allen Seiten gleich ist, so daß eine jede Bewegungsursache, wenn sie die Ruhe eines Körpers — was natürlich nur relativ zu verstehen ist — stören soll, ihm ein prädominirendes Streben zur Bewegung in einer bestimmten Richtung ertheilen muß, was aber wiederum immer stattfindet, wenn die Spannung der einen Körper umringenden Materie, nicht auf allen Seiten desselben gleich ist, weil sodann der äußere Druck sich nicht mehr in allen Richtungen das Gleichgewicht halten kann. — Der Körper ist sodann auf der einen Seite einem überwiegenden Drucke ausgesetzt, und wird ein Zusam-

Digitized by Google

mendrücken erleiden, oder er wird ſich auf der Seite des ſchwächeren Druckes ausdehnen und dieſes ſo lange, als die Verſchiedenheit der Spannung beſteht, weshalb durch das beſtändige Drängen nach der einen Seite hin eine Ortsveränderung d. h. eine Bewegung entſtehen muß, wie es auch die Erfahrung beſtätigt, indem ſie uns Beiſpiele, durch eine verſchiedene Spannung der Materie entſtehender Bewegungen giebt, als: das Schleudern einer Kugel aus einer Luftbüchſe und das Steigen des Waſſers in den Pumpen. Daraus erkennen wir aber nicht nur die Bedeutung eines Druckes, ſondern auch diejenige eines Stoßes. — Der Stoß wird immer durch einen ſich bewegenden Körper hervorgebracht. — Wenn die Spannung des ſtoßenden und geſtoßenen Körpers, ſo wie die der ſie umgebendenden Materie — die wir ſo vorausſetzen, daß ſie der Bewegung keine bedeutenden Hinderniſſe entgegenſetzt — gleich iſt, ſo könnten die beiden Körper ruhend, bei der bloßen Berührung im Gleichgewichte neben einander beſtehen; bei dem Stoße aber kommt die Bewegung des einen Körpers zu ſeiner Spannung — zu ſeinem Streben ſich nach allen Seiten zu bewegen — hinzu, und wirkt ſo, als ob die Spannung der Materie auf der einen Seite des geſtoßenen Körpers größer wäre als auf der anderen, woraus, wie wir gezeigt haben, Bewegung entſtehen muß. — Obwohl alſo die Bedeutung eines Stoßes, als eine Unterſtützung des äußeren Druckes erkannt worden iſt, ſo ſind doch die daraus entſtehenden Bewegungen noch weit davon entfernt, erklärt zu ſein. —

Digitized by Google

In jeder Phyſik wird als unmittelbare Folge des Stoßes die Bewegung angeführt, höchſtens der Elaſticität als wirkſamer Kraft dabei Erwähnung gethan, aber ganz mit Stillſchweigen übergangen, wie ſie dabei thätig iſt, und wodurch ſie den Körper in Bewegung verſetze. — Es fragt ſich nun, ob die Bewegung eine ſo unmittelbare Folge des Stoßes ſei? —

Viele Erſcheinungen beweiſen, daß der Stoß ſich nicht momentan dem ganzen Körper mittheile, ſondern daß er dazu einer beſtimmten Zeit bedürfe. — Am Augenſcheinlichſten iſt dies an einem geſpannten Seile, auf das ſeitwärts ein Schlag ausgeführt worden iſt; man erblickt ganz deutlich, wie der Stoß in der Form einer Welle das Seil durchläuft, indem er von einem Theile deſſelben ſich dem anderen mittheilt. — Die Schallwellen in der Luft beweiſen, daß auch in der Richtung des Stoßes, er einer Zeit bedarf um von einem Punkte bis zu einem andern ſich fortzupflanzen, aber der deutlichſte Beweis dafür iſt das Zerſchmettern der Körper durch einen Schlag, indem es darauf hindeutet, daß wegen der zur Mittheilung des Stoßes verbrauchten Zeit eine Biegung hervorgebracht wird, welche die Grenzen der Elaſticität und der Feſtigkeit überſchreitet. — Demnach bedarf ein jeder Stoß, um ſich einem Körper mitzutheilen und denſelben in Bewegung zu verſetzen, einer beſtimmten Zeit, und wenn dieſe auch eine höchſt kleine iſt, eine für uns völlig unmerkliche, ſo hat ſie dennoch eine Größe und in Folge deſſen kann die Frage nach der Art und Weiſe, wie

Digitized by Google

der Stoß sich in einem Körper verbreite, gestellt werden. — Die Beantwortung derselben von diesem Gesichtspunkte aus findet sich in keiner Physik. — Wir wollen versuchen sie zu geben. —

Der Allgemeinheit wegen setzen wir den Stoß als einen schiefen voraus. — Die stoßende Kraft wird sich im Momente der Berührung beider Körper, des stoßenden und gestoßenen, in zwei Componenten zerlegen, von denen die eine normal zu der Berührungsfläche wirken, während die andere eine tangentiale Kraft zu dieser Fläche sein wird. — Die normal wirkende Kraft wird den stoßenden Körper in den gestoßenen hineinzutreiben suchen; dieser Letztere wird aber durch seine Spannung sich dieser Bewegung widersetzen und sie, wenn wir voraussetzen, daß die Grenze der vollkommenen Elasticität nicht überschritten wird, dadurch entweder völlig oder zum Theil vernichten, und nur die an der Berührungsfläche liegenden Theile werden durch den gesteigerten Druck ins Innere des Körpers etwas hineingedrückt werden. — Da wir jedoch gesehen haben, daß der Stoß sich nicht momentan dem ganzen Körper mittheilen könne, so wird auch die durch dieses plötzliche Zusammendrücken auf der einen Seite entstandene Zunahme der Spannung sich nicht augenblicklich über den Körper verbreiten können, sondern diese Verdichtung wird ebenso wie bei den Schallwellen in der Luft auf irgend einer Fläche ein Maximum erreichen, und von ihr aus nach beiden Seiten abnehmend allmälig in die gewöhnliche Spannung

Digitized by Google

des Körpers übergehen. — Die tangentiale Componente der stoßenden Kraft wird in Folge der durch die innige Berührung beider Körper bewirkten Adhäsion während des Stoßes eine Verrückung der auf der Berührungsfläche liegenden Theile senkrecht zur normalen derselben hervorrufen. — Auch diese Wirkung der stoßenden Kraft kann sich nicht momentan dem ganzen Körper mittheilen, und die Verrückung wird deshalb wie an einem Seile ein Maximum erreichen und von demselben nach beiden Seiten abnehmen, so daß auch hier, bei vollkommener Elasticität, alle Theile des Körpers in einer ungestörten Verbindung mit einander bleiben. — Und somit sehen wir, daß die unmittelbare Folge eines schiefen Stoßes ein Verrücken der auf der Oberfläche liegenden Theile ist, einestheils in der Richtung der normalen Componente der Stoßkraft mit der Bildung einer Verdichtung verbunden, andererseits aber in der Richtung der tangentialen Componente, mit einer dabei nothwendig stattfindenden Biegung begleitet. —

Nun lehrt uns aber ferner die Erfahrung, daß solche Verdichtungen und Biegungen nicht unbeweglich an dem Orte bleiben, an dem sie hervorgebracht worden sind, sondern daß ebenso wie bei den Schallwellen und wie bei den Wellen an einem Seile sie eine fortschreitende Bewegung erhalten. — Bei der eingetretenen Verdichtung ist der Druck der stärker gespannten Theile auf die weniger gespannten größer, als umgekehrt, und indem also die Ersteren durch ihre Volumenelasticität sich ausdehnen,

Digitized by Google

drücken ſie die Letzteren zuſammen und bringen, indem ihre Spannung abnimmt, in dieſen eine Zunahme derſelben hervor, ſo daß die Verdichtung mit ihrem Maximum von dem einen Theile des Körpers ſich dem anderen mittheilt und eine fortſchreitende Bewegung erhält. — Bei einer Biegung aber ziehen die aus ihrem Orte verrückten Theile durch die Formelaſticität die anderen nach ſich, während dieſe Letzteren ſie wieder in ihre frühere Lage zurückzuführen ſtreben. — Daher kommt es, daß, während die einen eine rückgängige Bewegung antreten, Andere ein Maximum der Verrückung erreichen, ſo daß auch die durch den Stoß hervorgebrachte Biegung eine fortſchreitende Bewegung erhält und ebenſo wie die Verdichtung den ganzen Körper durchläuft. —

Die unmittelbare Folge der Verdichtung iſt aber, daß ſie, nachdem ſie einen Körper durchlaufen hat, ihn um ebenſo viel ausdehnt, als er durch den Stoß zuſammengedrückt worden iſt, weil das Volumen eines Körpers unter einem beſtimmten Drucke unveränderlich iſt, während durch die Biegung der Körper ſeine frühere Form weder auf dem Orte erreicht, auf den ſeine verrückten Theile ihn zu verſetzen ſtreben, noch auf dem Orte, auf dem er ſich vor dem Stoße befand, ſondern auf einer mittleren Lage. — In beiden Fällen aber, durch die Wirkung der Verdichtung und der Biegung, verändert der Körper ſeinen Ort, — ſeine Lage zu den anderen Gegenſtänden — er bewegt ſich. —

Ein Stoß wird alſo einem Körper entweder durch die

Digitized by Google

Fortpflanzung einer Verdichtung oder einer Biegung mitgetheilt und dieſes in der Zeit, welche die durch ihn hervorgebrachten Wellen bedürfen, um dieſen Körper zu durchlaufen und ihm einen Ruck aus einem Orte in den anderen zu ertheilen. — Hier ſcheint jedoch die Speculation uns wiederum im Stiche zu laſſen, und zu der weiteren Erklärung der Bewegung unzureichend zu ſein. — Denn man ſollte meinen, daß ſobald der Körper den Ruck aus dem einen Orte in den anderen gemacht hat, er auch in demſelben beharren wird, während uns die Erfahrung doch lehrt, daß die Ortsveränderung in Folge eines Stoßes eine bedeutend größere iſt. — Man wäre verſucht, hier dem Beiſpiele der Phyſiker zu folgen, die Trägheit der Materie anzurufen und zu behaupten, daß, weil der Körper bereits einen Ruck aus dem einen Orte in den anderen gethan hat, er auch ferner ein Streben beſitzt, ſich noch weiter zu bewegen. — Jedoch dieſes hieße nicht erklären, ſondern nur eine Thatſache durch eine andere ebenſo unerklärte erſetzen. — Dieſes können wir jedoch bereits einſehen, daß eine Aufeinanderfolge von Stößen auf einen Körper, ihm eine Aufeinanderfolge von Verrückungen ertheilen müßte, welche ſich zu einer ſtetigen Bewegung ſummiren könnten. — Dieſe Aufeinanderfolge der Stöße findet aber bei einer momentanen Kraft nicht ſtatt, und deshalb ſind wir gezwungen, die Erklärung der Bewegung im geſtoßenen Körper ſelbſt zu ſuchen. —

Jede Störung des Gleichgewichtes zweier Kräfte bringt, wenn ihr gegenſeitiges Verhältniß nicht geſtört

Digitized by Google

wird, ein Schwanken und eine Gleichgewichtslage hervor. — Durch die störende Kraft wird stets eine Verrückung entweder ganzer Körper oder nur einiger Theile derselben aus ihrer Ruhelage bewirkt, dadurch aber werden Kräfte hervorgerufen, welche, sobald die störende Kraft aufgehört hat zu wirken, die verrückten Theile in ihre frühere Lage zurückzuführen streben. — Sie ertheilen ihnen deshalb eine rückgängige Bewegung, zugleich aber auch eine Geschwindigkeit, die sie über ihre Gleichgewichtslage hinausführt und auf der andern Seite eine Verrückung derselben hervorbringt. — Sobald die verrückten Theile ihre Gleichgewichtslage wieder überschritten haben, so widersetzen sich dieselben Kräfte ihrer weiteren Bewegung, zerstören sie zuletzt und zwingen dieselben verrückten Theile wiederum eine rückgängige Bewegung zu ihrer Gleichgewichtslage anzutreten, über die sie wiederum hinausgeführt werden, um wiederum eine Verrückung zu erleiden, um von Neuem in eine rückgängige Bewegung überzugehen. ꝛc. So entsteht auf diese Weise ein Schwanken um einen Gleichgewichtspunkt, ein Vibriren. — Die Bewegungen, welche ein jeder Punkt des Körpers dabei beschreibt, nennt man Vibrationen, Oscillationen, Undulationen, Schwingungen. — Wir wollen uns vorzüglich des ersteren Ausdrucks bedienen. — Bei jeder Vibration folgt auf eine Verrückung nach der einen Seite, auf eine Action, eine Verrückung in entgegengesetzter Richtung eine Reaction, und auf eine jede Reaction folgt wiederum eine Reaction der Reaction u. s. w., bei Hinweg-

Digitized by Google

fallen aller Hinderniſſe bis in die Ewigkeit hinein, weil ſodann die Reaction ſtets der Action gleich iſt. — Bei den durch einen Stoß zweier Körper bewirkten Verrückungen müſſen auch ſolche Vibrationen durch eine Aufeinanderfolge von Actionen und Reactionen hervorgebracht werden. — Die durch den Stoß bewirkte Verdichtung ſtrebt durch die Volumenelaſticität der Materie ſich wieder auszudehnen, indem aber die in der Verdichtung ſich befindenden Theile des Körpers ſich von einander entfernen, erlangen ſie eine Geſchwindigkeit, die ſie über die gewöhnliche Spannung des Körpers hinausführt und folglich eine Verdünnung hervorbringt, die ebenſoviel unter der Spannung iſt, als die Verdichtung über derſelben war. — Dieſer Verdünnung werden aber Grenzen geſetzt, weil die weniger geſpannten Theile nicht dem äußeren Drucke widerſtehen können, und bald folgt auf die Verdünnung wieder eine Zuſammendrückung, welche wiederum eine Verdichtung hervorbringt u. ſ. w. —

Bei dem Uebergange jedes Punktes des Körpers aus einer Verdichtung in eine Verdünnung und umgekehrt, muß er auch nothwendig eine Bewegung um ſeine Gleichgewichtslage, Vibrationen vollbringen, welche, wenn die Verrückungen innerhalb der vollkommenen Elaſticität ſtattfinden, eine Aufeinanderfolge von gleichen Actionen und Reactionen ſein werden und unveränderlich in die Ewigkeit hineindauern können. — Ebenſo aber, wie die erſte unmittelbar durch den Stoß hervorgebrachte Verdichtung eine fortſchreitende Bewegung erhielt, ſo werden die

Digitized by Google

Verdünnungen, und nach ihnen die neuen Verdichtungen nacheinander auch den Körper durchlaufen, und alle seine Theile in eine vibrirende Bewegung versetzen, und zwar werden diese Vibrationen, welche sich dem Körper durch eine Aufeinanderfolge von Verdichtungen und Verdünnungen mittheilen — und welche durch die normale Wirkung der Stöße hervorgebracht werden — longitudinale Vibrationen sein, weil ihre Verrückungen in der Richtung der Fortpflanzung stattfinden. —

Bei der durch die tangentiale Componente der Stoßkraft bewirkten Biegung, haben wir auch schon gesehen, daß die verrückten Theile eine rückgängige Bewegung antreten. — Durch die erlangte Geschwindigkeit werden auch sie über ihre Gleichgewichtslage hinausgeführt, und auf der entgegengesetzten Seite verrückt werden u. s. w., und auf diese Weise auch eine Aufeinanderfolge von Vibrationen, welche ebenso wie die erste Biegung den ganzen Körper durchlaufen, hervorbringen. Weil sie sich aber senkrecht zu ihrer Verrückung mittheilen, sind sie transversale Vibrationen. —

Wenn wir nun annehmen, daß ebenso, wie die erste Verdichtung oder Biegung, indem sie den Körper durchlief, fähig war, ihm einen Ruck aus einem Orte in einen anderen zu ertheilen, dies auch von einer jeden anderen Welle herorgebracht werde, so hätten wir auf diese Weise die zur Erklärung der Bewegung geforderte Aufeinanderfolge von Verrückungen, die in einer Richtung

Digitized by Google

ſtattfindend, ſich nothwendig zu einer ſtetigen Bewegung vereinigen müſſen. —

Man ſollte jedoch meinen, daß, wenn auch eine einen Körper durchlaufende Verdichtung fähig iſt, ihm eine Verrückung vorwärts zu ertheilen, er durch die Wirkung der auf ſie folgenden Verdünnung wiederum einen Ruck rückwärts machen müſſe, wobei er wohl vibriren würde, nicht aber von der Stelle käme. — Die Verhältniſſe ſind jedoch in beiden Richtungen nicht gleich. — Die Theile, welche dem Stoße direct ausgeſetzt ſind, und von denen aus die Verdichtungen und Verdünnungen ausgehen, werden, indem ſie aus dem Maximum der Spannung in ein Minimum derſelben übergehen, im Verhältniſſe zu dem anderen Körper, nicht viel ihren Ort verändern. Das Minimum wird durch den Widerſtand des ſtoßenden Körpers und den äußeren Druck ſich ungefähr an demſelben Orte bilden, wo das Maximum war; von ihm aus wird ein Ausdehnen ſtattfinden, ein Strömen der Materie in der Richtung des Stoßes, ſo daß beim Uebergange dieſer Theile in die Verdünnung, ſie nur im Verhältniſſe zu ihrem Körper eine rückgängige Bewegung machen werden, während ſie im Verhältniſſe zu den übrigen Gegenſtänden faſt in Ruhe bleiben, der Körper dagegen einen Ruck vorwärts macht; deſto größer wird aber deshalb ihre Verrückung bei dem Uebergange aus der Verdünnung in die neue Verdichtung ſein. — Demnach ſehen wir, daß durch jede neue longitudinale Vibration, welche den Körper durchläuft, ihm eine neue Verrückung ertheilt

Digitized by Google

wird, wodurch sich also der Körper nothwendig bewegen muß.

Ebenso ist es aber auch mit den transversalen Vibrationen; auch bei diesen werden durch die Wirkung des Stoßes die einzelnen Verrückungen in der Richtung der tangentialen Componente stattfinden und sich auch zu einer Bewegung summiren; so daß wir es als einen Erkenntnißsatz aufstellen können: die Bewegung der Körper ist die Wirkung entweder longitudinaler oder transversaler Vibrationen. —

Da wir ferner wissen, daß durch eine momentane Kraft eine gleichförmige Bewegung hervorgebracht wird, so können wir daraus schließen, daß bei den die Bewegung hervorbringenden Vibrationen die Verrückungen inperhalb der Grenze der vollkommenen Elasticität stattfinden, außerdem wissen wir aber noch, daß die normale durch den Schwerpunkt eines Körpers stoßende Kraft, eine geradlinig fortschreitende Bewegung hervorbringt, daß hingegen die tangentiale Componente eine rotirende, drehende Bewegung hervorruft. Ferner haben wir erkannt, daß im ersten Falle longitudinale, im zweiten transversale Vibrationen entstehen, und somit erkennen wir, daß die geradlinig fortschreitende Bewegung durch longitudinale, die drehende oder rotirende Bewegung aber durch transversale Vibrationen hervorgebracht werden. —

Digitized by Google

Jedoch dies Letztere gilt nur von vollkommen frei beweglichen Körpern; es werden viele Bewegungen geradlinig und doch durch transversale Vibrationen bewirkt sein, ebenso wie durch Zusammensetzung der Bewegung, krummlinige Bahnen entstehen können, wo nur longitudinale Vibrationen betheiligt sind. — Es wäre zu viel, wollten wir alle möglichen speciellen Fälle hier betrachten, dieses ist aber klar, daß die Mittheilung der Bewegung einen ganzen Körper nicht anders als vermittels Wellen, die ihn durchlaufen, denkbar ist, und daß auch die fernere Bewegung durch eine Aufeinanderfolge derselben erhalten wird, so daß wir den oben ausgesprochenen Erkenntnißsatz als vollkommen allgemein gültig ansehen können. — Jede Bewegung findet demnach stets nur ruckweise statt, wobei jedoch jede Verrückung so klein ist, daß wir nicht im Stande sind, sie wahrzunehmen, deshalb eine jede Bewegung als eine stetige Ortsveränderung erscheint. —

Diese an zu großer Weitläufigkeit und Länge leidende Erklärung der Bewegung erhält auf theoretischem Wege eine glänzende Bestätigung. — Werden einem Körper mehrere Bewegungen in verschiedenen Richtungen mitgetheilt, so daß sie sich gegenseitig aufheben und der Körper keiner folgen kann, sondern in Ruhe bleiben muß, so wird er blos ein Streben zur Bewegung zeigen, ein Streben aber, welches wie die Schwere und wie die Spannung der Körper als eine Kraft auftreten kann. — Nun gilt aber in unserer Erkenntniß der Satz, daß, wo sich eine Kraft offenbart, auch nothwendig

Bewegung ſein müſſe. — Bei dem Drucke eines ſchweren Körpers auf ſeine Unterlage und bei dem gegenſeitigen Drucke der Körper aufeinander durch ihre Spannung zeigt ſich allerdings ſo eine Kraft, aber eine Bewegung iſt nicht wahrzunehmen. — Darum muß ſie eine den Körpern innere Bewegung ſein — eine in ſich zurückkehrende — ein Vibriren. — Die Vibrationen bringen alſo ebenſowie eine Bewegung — auch das Streben zur Bewegung — und auch die Kräfte hervor, wie dieſes ſchon daraus hervorgeht, daß ſie die Bewegung eines Körpers bewirken, durch welche wiederum die von dieſem Körper repräſentirte mechaniſche Kraft bedingt wird. —

Aber noch eine Beſtätigung iſt zu einer unſerer Behauptungen gewährt, nämlich zu derjenigen, daß der Stoß durch Wellen in den Körpern fortgepflanzt werde. — Wenn wir eine beliebige Anzahl gleicher Körper — ſei es Billardkugeln — nebeneinander in einer vollkommen geraden Linie aufſtellen und mit einer übriggebliebenen in der Richtung, in der ſie geordnet ſind, einen geraden Stoß auf eine an einem beliebigen Ende ſich befindenden Kugel ausführen, ſo bleiben — wie dieſes wohl Jeder aus eigener Erfahrung weiß — alle Kugeln an ihrem Orte, nur diejenige ausgenommen, welche an dem anderen Ende ſich befindet, und die bei vollkommener Elaſticität eine Geſchwindigkeit erhält, als ob auf ſie direct der Stoß ausgeübt worden wäre. — Fragt man nun auf welche Weiſe der Stoß mitgetheilt worden iſt, ſo haben

Digitized by Google

wir die Antwort bei der Hand: mittels einer Verdichtungswelle, welche alle Kugeln durchlaufen und der letzten die Bewegung mitgetheilt hat, während alle anderen Kugeln durch den Widerstand der vor ihnen stehenden in Ruhe haben bleiben müssen. — Demnach hat die sich fortpflanzende Vibration als eine mechanische Kraft gewirkt, und fragen wir, mit welcher Masse und Geschwindigkeit, so lautet die Antwort: mit der Masse und Geschwindigkeit, welche der die erste Kugel stoßende Körper besaß, weil die hervorgebrachte Bewegung dieselbe ist, als wenn der Stoß direct eingewirkt hätte. — Nun war aber die alle Kugeln durchlaufende Welle auch durch diesen Stoß hervorgebracht worden, und somit sehen wir, daß die Vibrationen eine solche Kraft repräsentiren, durch deren Wirkung sie in einem Körper hervorgerufen werden, was auch von den transversalen Vibrationen gelten wird, und darum wollen wir versuchen, die Elemente der Vibrationen, nämlich ihre Dauer, Amplitude, Intensität und das Gesetz der Zu- und Abnahme der Geschwindigkeit, wenn sie durch den Stoß eines Körpers von bestimmter Masse und Geschwindigkeit in einem anderen Körper hervorgebracht werden, zu bestimmen. —

Der Einfachheit wegen wollen wir den gestoßenen Körper als ruhend und von einem unbestimmten Volumen annehmen, weil, da der Stoß sich nicht momentan dem ganzen Körper mittheilt, das Volumen des-

ſelben ohne Wirkung auf die hervorgebrachten Vibrationen iſt. — Den ſtoßenden Körper aber müſſen wir deshalb an Maſſe und Geſchwindigkeit beſtimmt vorausſetzen, weil durch dieſe Größen die bei dem Stoße wirkende Kraft beſtimmt wird, endlich nehmen wir noch an, daß der Stoß ein gerader iſt und normal ſtattfindet, und daß bei demſelben die Grenze der vollkommenen Elaſticität nicht überſchritten wird. — Endlich wollen wir unter Elaſticitätsmodul des geſtoßenen Körpers diejenige momentane Kraft verſtehen, welche erforderlich iſt, um in dieſem Körper durch einen Stoß eine Zuſammendrückung von der Größe der Einheit des Längenmaaßes zu bewirken.*) —

---

*) Obwohl es nicht in meiner Abſicht lag, mich in dieſem Werke in mathematiſche Unterſuchungen einzulaſſen, ſo halte ich es doch für meine Pflicht, wegen der Wichtigkeit der zu treffenden Beſtimmungen und wegen der Merkwürdigkeit der Reſultate, zu denen ich gelangt bin, einen Verſuch hier wiederzugeben, den ich gemacht habe, die Elemente der durch einen Stoß hervorgebrachten Vibrationen zu beſtimmen. Die gegebenen und zu beſtimmenden Größen ſind dieſelben, welche im Texte angeführt ſind, ſowie wir auch den Stoß als ganz unter denſelben Bedingungen ſtattfindend vorausſetzen wollen.

Der Ausdruck $= \frac{d^2x}{dt^2}$, wenn x den durchlaufenen Weg und t die Zeit bedeutet, iſt derjenige des jedesmaligen Verzögerungs- oder Beſchleunigungsmomentes bei einer ungleichförmigen Bewegung, und da wir bei dem Stoß zwiſchen dem Momente der erſten Berührung der beiden Körper und

Digitized by Google

Da durch den Stoß zweier Körper (wie wir dies schon wissen) die dem Stoße ausgesetzten Theile in den Körper hineingedrängt werden, so können wir annehmen,

---

dem Momente, wo die Geschwindigkeit des stoßenden Körpers o wird, eine solche ungleichförmige Bewegung haben, so erhalten wir, wenn wir diesen Ausdruck mit der Masse m des stoßenden Körpers multipliciren, die Größe der Veränderung der Quantität der Bewegung in einer unendlich kleinen Zeit, welche stets der dabei wirkenden Kraft proportional ist. — In diesem Falle nun ist die wirkende Kraft in dem Widerstande des gestoßenen Körpers enthalten, und wenn wir annehmen, daß derselbe proportional sei der Größe der Hereindrückung der dem Stoße ausgesetzten Theile und g der Elasticitätsmodul oder die Größe des Widerstandes bei einer der Einheit des Längenmaßes gleichen Zusammendrückung, so wird die in jedem Momente den stoßenden Körper verzögernde Kraft durch das Product gx ausgedrückt und dem Beschleunigungs- oder dem Verzögerungsmomente gleich sein. Folglich haben wir

$$m\frac{d^2x}{dt^2} = -gx,$$

wo wir gx negativ nehmen, weil diese Kraft während des Stoßes verzögernd wirkt, und wo wir die Masse des stoßenden Körpers und den Elasticitätsmodul als auf einer bestimmten Fläche wirkend betrachten müssen. Auch kann man annehmen, daß die aufeinander folgenden Vibrationsbewegungen und die der anderen Theile des Körpers den ersten, direct durch den Stoß hervorgebrachten gleich sein werden. Multipliciren wir beide Seiten der letzten Gleichung mit 2dx und integriren sie sodann, so erhalten wir

$$2\int m\frac{d^2x}{dt^2}dx = -2\int gxdx = 2\int m\frac{d^2x}{dt}\cdot\frac{dx}{dt},$$

Digitized by Google

daß die Tiefe der Zusammendrückung linear genommen und die Amplitude der entstehenden Vibrationen gleich sein werden; denn beide hängen von der Größe der Ver-

---

vollbringen wir die Integration, so haben wir

$$m\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 = -gx^2 + C,$$

wobei die Constante bestimmt wird, indem wir $x = a$ gleich der vollen Amplitude setzen, wo sodann

$$\frac{dx}{dt} = o \text{ wird und}$$

$$-ga^2 + C = o, \text{ woraus}$$

$$C = ga^2 \text{ und}$$

$$m\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 = -gx^2 + ga^2 = g(a^2 - x^2).$$

Setzt man $x = o$, so ist $\frac{dx}{dt} = v$ gleich der Geschwindigkeit des stoßenden Körpers und $mv^2 = ga^2$, und folglich

$$a^2 = \frac{mv^2}{g} \text{ und } a = v\sqrt{\frac{m}{g}}$$

die Amplitude in ihrer Abhängigkeit von dem Elasticitätsmodul und von der stoßenden Kraft. —

Kehren wir zurück zu der Gleichung

$$m\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 = g(a^2 - x^2),$$

ziehen wir auf beiden Seiten die Quadratwurzel

$$\sqrt{m}\left(\frac{dx}{dt}\right) = \sqrt{g}\sqrt{a^2 - x^2} \text{ oder}$$

$$\sqrt{m}dx = \sqrt{g}\sqrt{a^2 - x^2}dt \text{ oder}$$

$$\sqrt{\frac{dx}{a^2 - x^2}} = \sqrt{\frac{g}{m}}\,dt,$$

Digitized by Google

rückung der Theile aus ihrem Orte ab. Demnach wird die Amplitude der Vibrationen von zwei Größen abhängen, von der Größe der stoßenden Kraft und von dem

---

integriren wir auf beiden Seiten, so haben wir

$$\int \frac{dx}{\sqrt{a^2 - x^2}} = \text{Arc sin} \frac{x}{a} + C' \text{ und}$$

$$\int \sqrt{\frac{g}{m}} dt = t \sqrt{\frac{g}{m}} + C'', \text{ folglich ist}$$

$$\text{Arc sin} \frac{x}{a} = t \sqrt{\frac{g}{m}} + C, \text{ woraus}$$

$$\frac{x}{a} = \sin \left(t \sqrt{\frac{g}{m}} + C\right) \text{ und}$$

$$x = a \sin \left(t \sqrt{\frac{g}{m}} + C\right)$$

für $x = o$, wenn wir die erste Vibration an dem Punkte untersuchen, von dem aus auch die Zeit gerechnet wird, so ist auch $t = o$ und folglich $C = o$ und

$$x = a \sin \left(t \sqrt{\frac{g}{m}}\right).$$

Um das Gesetz der Zu- und Abnahme von x im Verhältnisse zur Zeit t anschaulich darzustellen, brauchen wir uns nur einen Kreis zu denken, dessen Radius $= a$ ist und auf dessen Peripherie die Größe $t \sqrt{\frac{g}{m}}$ abgetragen wird. — Beim Beginne der Vibration ist $x = o$ und $t = o$ und folglich muß $\sin \left(t \sqrt{\frac{g}{m}}\right) = o$ sein. Nach der ersten Vierteldauer

Digitized by Google

Elaſticitätsmodul des geſtoßenen Körpers. Da der Widerſtand der Körper mit der Zuſammendrückung wächſt, ſo iſt es natürlich, daß von zwei Kräften immer die

---

der Vibration iſt $x = a$ und $t = \frac{\tau}{4}$ (wo τ die ganze Vibrationsdauer bedeutet), folglich iſt $\sin\left(t\sqrt{\frac{g}{m}}\right) = 1$ und $t\sqrt{\frac{g}{m}} = \frac{\pi}{2}$.

Nach einer halben Vibrationsdauer iſt $x = o$, aber $t = \frac{\tau}{2}$, folglich

$$\sin\left(t\sqrt{\frac{g}{m}}\right) = o \text{ und } t\sqrt{\frac{g}{m}} = \pi.$$

Nach dem Verlaufe von Dreiviertel Vibrationsdauer iſt $x = -a$, und $\sin\left(t\sqrt{\frac{g}{m}}\right) = -1$, folglich

$$t\sqrt{\frac{g}{m}} = \frac{3}{2}\pi.$$

Nach einer ganzen Vibration iſt $x = o$, aber $t = \tau$

$$\text{und folglich } \sin\left(t\sqrt{\frac{g}{m}}\right) = o,$$

$$\text{oder } t\sqrt{\frac{g}{m}} = 2\pi = \tau\sqrt{\frac{g}{m}},$$

$$\text{woraus } \sqrt{\frac{g}{m}} = 2\frac{\pi}{\tau}.$$

Setzen wir dieſes in die Gleichung $x = a \sin\left(t\sqrt{\frac{g}{m}}\right)$, ſo erhalten wir

$$x = a \sin\frac{t}{\tau}2\pi.$$

Digitized by Google

größere, die größere momentane Zusammendrückung und folglich auch die größere Amplitude hervorbringen wird. Ebenso wird aber auch die Amplitude von der Größe des

Differenziren wir dieses, so erhalten wir

$$\frac{dx}{dt} = \frac{a}{\tau} \cdot 2\pi \operatorname{Cos} \frac{t}{\tau} 2\pi$$

das Gesetz der Zu- und Abnahme der Geschwindigkeit. — Für $t = o$, $\frac{1}{2}\tau$, τ, $\frac{3\tau}{2}$ u. s. w. ist $\operatorname{Cos} \frac{t}{\tau} 2\pi = 1$ und $\frac{dx}{dt}$ ist in seinem Maximum gleich der Geschwindigkeit des stoßenden Körpers, folglich ist $v = \frac{a}{\tau} 2\pi$, woraus $\tau = \frac{a}{v} 2\pi$. Nun ist aber $a = v\sqrt{\frac{m}{g}}$ und folglich

$$\tau = 2\pi\sqrt{\frac{m}{g}}.$$

Die Größe der Vibrationsdauer in den gegebenen Größen ausgedrückt auf eine allen Vibrationsbewegungen entsprechende Weise. — Aus dem Ausdrucke für die Amplitude und die Dauer können auch umgekehrt die Masse und die Geschwindigkeit einer Kraft bestimmt werden, welche erforderlich ist, um die gegebenen Vibrationen hervorzubringen, und zugleich auch die Kraft, welche von diesen Vibrationen ebenso wie durch die Bewegung eines Körpers repräsentirt wird: wir erhalten folgende Größen

$$m = \frac{\tau^2 g}{4\pi^2} \text{ und } v = \frac{2\pi a}{\tau}$$

und multipliciren wir beide Ausdrücke mit einander

$$mv = \frac{g \cdot a \cdot \tau}{2\pi}$$

Digitized by Google

Elaſticitätsmoduls abhängen, weil bei den Körpern, welche eine größere Kraft bedürfen, um durch einen Stoß um die Einheit des Längenmaaßes zuſammengedrückt zu werden, durch eine beſtimmte Kraft eine kleinere Zuſammendrückung und folglich auch eine kleinere Amplitude der Vibrationen hervorgebracht wird, als bei einem Körper von einem kleineren Elaſticitätsmodul. — Die Vibrationsintenſität, das heißt: das Maximum der Geſchwindigkeit, welche der vibrirende Punkt erreicht, können wir mit Recht der Geſchwindigkeit des Körpers vor dem Stoße gleichſetzen, weil, da im Momente der Berührung dieſe Geſchwindigkeit noch unverändert iſt, die Verrückung der dem Stoße ausgeſetzten Theile mit derſelben anfangen wird. Da wir nun auch bei vollkommener Elaſticität annehmen müſſen, daß keine Wirkung verloren gehe, ſo werden auch die ſpäteren Vibrationen dieſelbe Geſchwindigkeit erreichen. — Das Geſetz, nach dem dieſe Vibrationsgeſchwindigkeit ſich verändert, läßt ſich auf rein ſpeculativem Wege nicht finden, und wir müſſen uns darauf beſchränken, hier anzuführen, daß ſie beim Entfernen von der Gleichgewichtslage eine *verzögerte* iſt, und zwar eine ungleichförmig und zuneh-

wo g als ein von dem Körper, in dem die Vibrationen ſtattfinden, abhängiger Coefficient zu betrachten iſt, ſo daß dieſer Ausdruck nur das Maaß der von den Vibrationen hervorgebrachten Kraft in den Einheiten des Raumes und der Zeit giebt, dieſer allein unbedingt wahren Begriffe in unſerer Erkenntniß. —

Digitized by Google

mend verzögerte, weil der Widerstand mit der Größe der Verrückung zunimmt, hingegen ist die Bewegung beim Zurückkehren zu der Gleichsgewichtslage eine beschleunigte. —

Was nun die Dauer der durch einen Stoß hervorgebrachten Vibrationen betrifft, so wird dieselbe analog der Dauer der Oscillationen eines Pendels oder einer Saite, analog der Dauer des Schalls und der Lichtvibrationen unabhängig von der Intensität und der Amplitude der Vibrationen sein. Wenn die Geschwindigkeit der Vibrationen größer wird, so verlängert sich auch die Amplitude, so daß die Dauer unveränderlich dabei bleiben kann; so daß sie beim Stoße unabhängig von der Geschwindigkeit des stoßenden Körpers sein wird. Dagegen müssen die Vibrationen, welche durch Kräfte von verschiedener Qualität hervorgebracht werden, wenn diese quantitativ gleich sind, so daß die Amplitude ungefähr dieselbe bleibt, nothwendig in ihrer Dauer verschieden sein. Denn da einer größeren Masse eine kleinere Geschwindigkeit entspricht, so muß ungefähr dieselbe Amplitude mit einer kleineren Geschwindigkeit durchlaufen werden, wobei nothwendig die Dauer der Vibrationen eine größere werden muß. — Daraus sehen wir, daß die Dauer der hervorgebrachten Vibrationen von der Masse des stoßenden Körpers abhängig ist, aber auch von dem Elasticitätsmodul, indem dieser bei denjenigen Körpern, wo er größer ist, dazu beiträgt, die Amplitude zu verkleinern, und dadurch die Dauer verkürzt,

Digitized by Google

welche erforderlich ist, um sie zu durchlaufen. — Diese oberflächlichen Betrachtungen sind für Diejenigen, welche keine Kenntnisse in der Mathematik besitzen, und hier angestellt zum besseren Verständniß folgender, aus der in der Anmerkung ausgeführten mathematischen Untersuchung entnommenen Gesetze:

Die Amplitude ist stets der Geschwindigkeit des stoßenden Körpers mal der Quadratwurzel des Quotienten der Masse des stoßenden Körpers und des Elasticitätsmoduls proportional. Die Dauer verhält sich direct wie die Quadratwurzel aus der Masse des stoßenden Körpers und umgekehrt wie die Quadratwurzel aus dem Elasticitätsmodul.

Diese Bestimmungen, welche wir hier für einen speciellen, durch viele Bedingungen eingeschränkten Fall aufgestellt haben, können auch leicht verallgemeinert werden, indem man beide Körper als bewegt annimmt, oder wenn man den Stoß als einen schiefen betrachtet, in welchem Falle sodann dieselben Bestimmungen auch leicht auf die transversalen Vibrationen ausgedehnt werden können. Da es uns jedoch des Folgenden wegen hauptsächlich darum zu thun ist, die Abhängigkeit der Kräfte und der Bewegungen von den longitudinalen Vibrationen zu kennen, so wollen wir unsere gegenwärtigen Untersuchungen auf das Geleistete beschränken und es dem Leser überlassen, die ferneren Anwendungen der erkannten Sätze zu machen.

Digitized by Google

Es ist uns gelungen, die Dauer, die Amplitude und die Intensität der Vibrationen, welche durch einen Stoß hervorgebracht werden, durch die dabei gegebenen Größen der Masse und der Geschwindigkeit des stoßenden Körpers auszudrücken, aber umgekehrt auch, da diejenige Kraft, welche die Vibrationen hervorbringt, auch von ihnen repräsentirt wird, sind wir nun im Stande, die dieser Kraft entsprechende Masse und Geschwindigkeit zu bestimmen. — Dabei erkennen wir, daß in ein und demselben Körper von den verschiedenen Vibrationen, welche in demselben stattfinden können, diejenigen von *längerer Dauer*, Kräfte von *höherer Qualität*, d. h. mit *größeren Massen repräsentiren* und umgekehrt, hingegen sind diejenigen Kräfte *quantitativ größer*, welche durch Vibrationen *von größerer Intensität* hervorgebracht werden. Ebenso aber wie eine *jede Kraft* durch das Produkt aus *Masse* und *Geschwindigkeit* ausgedrückt werden kann, so wird es auch diejenige, welche durch Vibrationen repräsentirt wird und ihr werden die Masse und die Geschwindigkeit desjenigen Körpers entsprechen, durch dessen Stoß diese Vibrationen hervorgebracht werden. Die Kraft, welche durch Vibrationen von bestimmter Dauer und Intensität repräsentirt wird, wollen wir *Vibrationskraft* nennen, die entsprechende Masse, *Vibrationsmasse*, und der entsprechenden Geschwindigkeit den Namen *Vibrationsintensität* lassen.

Digitized by Google

Drittes Kapitel.

Construction der Materie mittels Vibrationen.

Im ersten Kapitel gelangten wir zu der Erkenntniß, daß das Wesen der Materie das Streben jedes Punktes sich nach allen Seiten zu bewegen sei; im zweiten, daß die Bewegung sowie das Streben zur Bewegung blos mittels Vibrationen möglich sei; in diesem dritten nun haben wir das zu thun, was in der Mathematik so oft geschieht, nämlich eine Größe durch eine andere zu ersetzen und in die Definition der Materie anstatt des Strebens zur Bewegung die mit demselben identischen Vibrationen einzuführen.

Da jedes Vibrationssystem einem bestimmten Punkte eine Bewegung oder ein Streben zur Bewegung nur in einer Richtung ertheilen kann, so müssen folglich

Digitized by Google

in der Materie — als einem Streben jedes Punktes sich nach allen Seiten zu bewegen — auch durch jeden Punkt Vibrationen sich in allen Richtungen fortpflanzen. — Diese Fortpflanzung geschieht jedoch nicht blos auf einer Linie, sondern die von einem Punkte ausgehenden Vibrationen nehmen stets eine ganze Fläche ein, welche, je nachdem ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeit nach allen Seiten eine gleich oder ungleiche ist, eine Kugel oder eine Ellipsoidenfläche ist, oder eine Ebene, wenn die Vibrationsquelle als unendlich weit entfernt betrachtet werden kann. — Ferner findet die Fortpflanzung einer vibrirenden Wellenfläche nicht auf die Weise statt, daß die Vibrationen sich stets normal zu derselben mittheilen, sondern jeder vibrirende Punkt schickt von sich Vibrationen nach allen Seiten aus, so daß jeder Punkt einer Wellenfläche der Mittelpunkt eines besondern Wellensystems ist, und die jedesmalige Wellenfläche ist die Resultirende aller elementaren Wellenflächen, welche zu ihren Mittelpunkten alle Punkte der Wellenfläche während eines anderen vorhergehenden Momentes haben. Diese Art der Fortpflanzung der Vibrationen heißt das Huyghensche Princip, wie dieses so eben entwickelte Gesetz nach seinem Begründer genannt worden ist. — Demnach wird jeder Punkt des unendlichen Raumes in jedem Augenblicke nach allen Seiten Vibrationen von sich aussenden, und ein jeder Punkt wird auch von allen diesen unendlich vielen und nach

Digitized by Google

allen Richtungen sich fortpflanzenden Wellen zugleich afficirt sein, und die wirkliche Bewegung, die er ausführen wird, ist die Resultirende aller ihm mitgetheilten vibratorischen Bewegungen.

In einem ruhenden und in sich homogenen Körper ist das Streben sich zu bewegen nach allen Seiten gleich, demnach werden auch alle dieses Streben hervorbringenden Vibrationen an Dauer und Intensität gleich sein, und in je zwei einander entgegengesetzten Richtungen sich zwei vollkommen gleiche Vibrationssysteme fortpflanzen. — Nun wissen wir aber aus der Erfahrung und durch die mathematische Analysis, daß, wenn zwei gleiche Vibrationssysteme sich in entgegengesetzten Richtungen einander begegnen — die Entstehung stehender Wellen und stehender Vibrationen erfolgt. — Bei transversalen Vibrationen findet dieses dann statt, wenn ein Wellenberg mit einem Wellenthale zusammenstößt, so daß sie den sie trennenden Punkt, nach zwei entgegengesetzten Richtungen mit gleicher Geschwindigkeit zu bewegen streben, ihn aber durch ihre gleichzeitige Wirkung in Ruhe zu bleiben zwingen und auf diese Weise einen festen unbeweglichen, sogenannten Knotenpunkt bilden, von dem aus die Wellen zurückgeworfen werden, indem die Wellenberge sich in Wellenthäler und umgekehrt verwandeln, und als solche in der Entfernung einer halben Welle auf nachfolgende Wellenberge und Wellenthäler stoßen, und durch das Zusammenwirken mit denselben wiederum neue Knotenpunkte bilden u. s. w. in

Digitized by Google

der Entfernung von je einer halben Welle immer wieder einen neuen, zwiſchen denen, während dieſe Knotenpunkte ruhig bleiben, die Vibrationen weiter fortgeſetzt werden, aber nicht ſowie bei den fortſchreitenden Wellen, bei denen die vibrirenden Theile nach einander in dieſelbe Vibrationsphaſe gelangen, ſondern bei einer ſtehenden Welle beginnen alle Theile derſelben zugleich ihre Bewegung nach der einen Seite hin, gehen zu gleicher Zeit durch ihre Gleichgewichtslage hindurch, um gleichzeitig ihre größte Verrückung auf der anderen Seite zu erleiden, wobei die in der Mitte der Welle am weiteſten von den feſten Knotenpunkte liegenden Theile ſtets immer die längſten Bahnen zu durchlaufen haben. — Auch müſſen in je zwei angrenzenden ſtehenden Wellen ſtets die Bewegungen in entgegengeſetzten Richtungen ſtattfinden und während die eine ein Wellenthal bildet, muß die andere ſich zu einem Wellenberge gekrümmt haben, damit die Bedingungen der Ruhe des Knotenpunktes erfüllt wären.

Bei dem Zuſammentreffen zweier an Dauer und Intenſität gleichen Syſteme longitudinaler Vibrationen in entgegengeſetzten Richtungen werden auch ſtehende Wellen hervorgebracht. In dieſem Falle werden die Knotenpunkte dann gebildet, wenn zwei Verdichtungen aufeinander ſtoßen, indem ſie ſodann dem ſie trennenden Punkte gleich große Geſchwindigkeiten nach zwei entgegengeſetzten Richtungen zu ertheilen ſtreben. — Dieſer bleibt aber in Ruhe und die Verdichtung ſteigt durch die

Digitized by Google

gemeinſchaftliche Wirkung beider Wellen auf das Doppelte. — Auf die Verdichtung folgt eine Ausdehnung, und es werden von dem Knotenpunkte aus zwei Verdichtungen ausgehen und in der Entfernung einer halben Welle wiederum auf neue Verdichtungen ſtoßen und mit ihnen auch neue Knotenpunkte bilden u. ſ. w. in der Entfernung je einer halben Welle werden ſich feſte unbewegliche Punkte bilden, zwiſchen denen die Vibrationen fortgeſetzt werden und auch ſo, daß alle Theile der ſtehenden Welle zu gleicher Zeit ihre Bewegung nach der einen und nach der anderen Seite beginnen, wobei die größten Verdichtungen und Verdünnungen ſich ſtets bei den Knotenpunkten bilden, während in der Mitte der Welle, die von dem einen Knotenpunkte kommende Verdichtung und die von dem anderen kommende Verdünnung zuſammentreffen und ſich gegenſeitig aufheben; dabei haben die in der Mitte der Welle liegenden Theile die größte Verrückung zu erleiden, während die anderen Punkte, je näher ſie zu dem Knotenpunkte liegen, deſto kleinere Bahnen beſchreiben; auch hier müſſen in den neben einander liegenden Wellen die Bewegungen in entgegengeſetzten Richtungen ſtattfinden, und ſtets von beiden Seiten eines Knotenpunktes entweder eine Verdichtung oder eine Verdünnung ſein, damit die Bedingungen ſeiner Ruhe erfüllt wären.

Aus dieſem folgt, daß diejenigen Vibrationen jedes Punktes, welche das Weſen der Materie bilden, *ſtehende Vibrationen* ſind, weil in einem homogenen Körper,

Digitized by Google

wenn er in Ruhe ist, stets nach zwei entgegengesetzten Richtungen ein gleiches Streben zur Bewegung stattfindet, und folglich auch zwei an Dauer und Intensität der Vibrationen gleiche Wellensysteme sich fortpflanzen müssen. — Auch entsprechen die stehenden Vibrationen der Beharrlichkeit der Materie, indem sie sich von den fortschreitenden dadurch unterscheiden, daß sie *selbstvibrirend* sind, d. h. daß bei ihnen eine Aufeinanderfolge von Actionen und Reactionen stattfindet, wie wir dieses an dem Pendel, an einer Saite und in den Orgelpfeifen sehen. Diese Vibrationen können bei Hinwegschaffung aller Hindernisse oder bei vollkommener Elasticität bis in die Ewigkeit unverändert hineindauern, während die fortschreitenden Vibrationen und Wellen solche sind, welche von den stehenden ausgehen und die Ruhe nur vorübergehend stören, indem hinter ihnen Alles wieder in die frühere Lage zurückkehrt, wie es durch das Verschallen des Tones, wenn die Saite nicht mehr schwingt, und durch das Eintreten der Finsterniß, wenn der leuchtende Körper verdeckt ist, bewiesen wird. — Die Aufeinanderfolge der Vibrationen findet bei der Materie, wie wir es bei der Erklärung der Bewegung gesehen haben, entweder durch die Wirkung der Volumen oder der Formelasticität statt, und die Verrückungen müssen dabei nothwendig in den Grenzen der vollkommenen Elasticität bleiben, indem dieses durch die Beharrlichkeit der Materie erfordert wird. — Es schien aber demnach, als ob die Vibrationen schon die Materie

voraussetzen, während wir die Materie als ein Produkt der Vibrationen betrachten. — Nun ist die Materie aber nicht die Wirkung einzelner, sondern unendlich vieler in allen Richtungen sich fortpflanzender und stehende Wellen bildender Vibrationen, so daß für jede einzelne Vibration das Vibrirende die Materie ist, während sie selbst das Produkt aller ist. — Zugleich ist die wirklich stattfindende Vibration jedes Punktes in jedem Augenblicke die Resultirende aller einzelnen, stehenden Vibrationen und nothwendigerweise auch eine stehende. —

Dieses Vibriren jedes Punktes des unendlichen Raumes ist nun als das Wesen der Materie zu betrachten und von ihm aus hat die Naturerkenntniß ihren Anfang zu machen und zwar einen absoluten, denn indem wir als das allein reell Daseiende die Bewegung eines jeden Punktes zwischen bestimmten Grenzen mit stets wechselnder Geschwindigkeit erkannten, haben wir uns in der Erkenntniß des Daseienden bis zur höchsten Idealität erhoben, über welche hinaus keine weiteren Bestimmungen mehr gesucht werden können. — Das Vibriren jedes Punktes erscheint als ein Letztes, nicht mehr Erklärbares, weil in ihm seiner Inhaltlosigkeit wegen Nichts mehr angenommen werden kann, um die dabei stattfindende Bewegung zu erklären, weil das Ideelle keine Erklärung gestattet, und man sich begnügen muß, seine Realität, seine Wirklichkeit erkannt zu haben, ohne nach der Möglichkeit zu forschen. — Wenn wir jedoch auf diese Weise gezwungen sind, ein

Digitized by Google

Erstes, Unerklärbares anzunehmen, so kommt es nicht daher, weil wir das Vibriren unter irgend einem Gesichtspunkte zu betrachten unterlassen haben, sondern weil es für das Dasein dieser Bewegungen keine weitere Erklärung giebt, oder vielmehr weil die Ursache jeder einzelnen Vibrationen in den ihr vorhergehenden enthalten ist und so zurück in die Ewigkeit, in welche sich ihr Ursprung verliert. — Zugleich ist dieses Vibriren jedes Punktes die ideelle Bewegung, welche der Nothwendigkeit des Nichts nicht widerspricht, und welche die Kräfte der Materie und die Realität der Welt begründet, die letzte Ursache alles Daseienden, wonach die menschliche Vernunft strebt und die erste Thatsache, von der die Naturkenntniß auszugehen hat.

Der Satz: stehende Vibrationen jedes Punktes des unendlichen Raumes sind das Wesen der Materie, ist jedoch noch zu unbestimmt, um uns genügen zu können, es fragt sich zuvörderst, ob es transversale oder longitudinale Vibrationen sind. — Das Daseiende offenbart uns sich in der Natur auf dreierlei Weise als verschiedenartige Materie als die sie verändernde Wärme und als Licht. — Von dem Lichte hat uns bereits die mathematische Lichttheorie belehrt, daß sie die Wirkung transversaler Vibrationen sei, die stehende in dem leuchtenden Körper und die fortschreitende in den das Universum erhellenden Lichtstrahlen. — Für die Wärme nun erfordert es nicht nur unsere Theorie, daß sie auf Vibrationen

Digitized by Google

zurückgeführt werde, sondern auch die Aehnlichkeit einiger Erscheinungen derselben mit denen des Lichtes, so wie ihr häufiges gemeinschaftliches Auftreten mit einander. — Die Verschiedenheit aber, welche zwischen anderen Wärme- und Lichterscheinungen obwaltet, als ihr getrenntes Auftreten, ihr verschiedenes Einwirken auf die Körper, ihr verschiedenes Verhältniß zu denselben, deutet darauf hin, daß wenn man auch der Wärme Vibrationen zu Grunde zu legen hat, es andere sein müssen, als diejenigen des Lichtes, folglich longitudinale. — Wenn dieses auch nicht von der strahlenden Wärme gelten mag, da die Erscheinungen ihrer doppelten Brechung und Polarisation es beweisen, daß in ihr, wenn auch nur zum Theil transversale Vibrationen stattfinden, so beweist dieses Nichts gegen unsere Behauptung, daß die ruhende Wärme der Körper, welche nothwendig, da sie dauernd ist, durch stehende Vibrationen hervorgebracht wird, und von dem Lichte so verschieden ist, auf longitudinalen Vibrationen beruhe. — In der strahlenden Wärme sind hingegen nur fortschreitende Wellen, und wenn in ihr transversale Vibrationen stattfinden, so ist dieses höchst natürlich, weil die strahlende Wärme gewöhnlich von leuchtenden oder wenigstens von solchen Körpern ausgeht, welche nahe daran sind, leuchtend zu werden, und folglich nothwendig transversale Vibrationen aussenden müssen. — Daß aber diese transversalen Vibrationen die Temperatur des Körpers erhöhen und als

Digitized by Google

Wärme auftreten können, beweist nur, wie es auch in unserer Theorie erfordert wird, daß sie als Kräfte wirken und mit zur Spannung der Körper beitragen können. — Demnach gilt in unserer Erkenntniß der Satz, daß die ruhende Wärme der Körper die Wirkung stehender longitudinaler Vibrationen sei. — Und nun fragt es sich, welche Vibrationen sind der Materie zu Grunde zu legen? — Das Licht, obwohl stets an der Materie manifestirt durch die transversalen Vibrationen derselben hervorgebracht, scheint nicht wesentlich mit ihr verbunden zu sein, indem die meisten Körper dunkle sind und das Licht nur in vereinzelten Erscheinungen, eigentlich blos an den leuchtenden Körpern, wahrzunehmen ist. — Anders verhält es sich mit der Wärme, diese erscheint schon empirisch als Eins mit der Materie. — Es giebt keinen Körper, der nicht irgend einen Grad von Wärme hätte. — Die Zunahme der Wärme bringt ein Ausdehnen der Körper hervor, trägt also zu der Spannung der Körper bei, und so erkennen wir denn, daß das Wesen der Materie stehende longitudinale Vibrationen sei, wobei jeder Punkt des unendlichen Raumes nothwendig eine doppelt gekrümmte Bahn beschreiben muß, damit er ein Streben, sich nach allen Seiten zu bewegen, besitzen könne.

In diesen nun als Wesen der Materie erkannten stehenden longitudinalen Vibrationen jedes Punktes des unendlichen Raumes sind alle unsere Bestimmungen des

Digitized by Google

ersten Kapitels begründet. — Durch diese Vibrationen wird das Streben jedes Punktes, sich nach allen Seiten zu bewegen, hervorgebracht, und folglich auch bei der Wechselwirkung der Körper, die Repulsions- und die Compressionskraft, oder die Spannung und der äußere Druck, und endlich durch diese Kräfte sind auch alle allgemeinen Eigenschaften der Körper bedingt. — Somit wären wir auf den Standpunkt zurückgekehrt, auf dem wir gewahr wurden, daß die durch die Unveränderlichkeit des Volumens der Körper, welche wir bei gleicher Temperatur bemerken, geforderte Gleichheit der Spannung derselben, ihrer wahrgenommenen Verschiedenheit entgegen, allen Unterschied aufzuheben scheint. — Dieser scheinbare Widerspruch führte uns damals zu der Untersuchung über die Bewegung und zu den Vibrationen als zur Grundlage aller Naturerkenntniß, mit deren Hülfe wir nun ihn hinwegräumen wollen. —

Obwohl nun die Spannung bei gleicher Temperatur in allen Körpern gleich sein muß, um sich gegenseitig das Gleichgewicht zu halten, so erfordert dieses jedoch nur, daß die Spannung in allen Körpern eine quantitativ gleiche Kraft sei, dieses hindert aber nicht, daß sie dabei qualitativ verschieden sei. — Das heißt, wenn die Spannung in jedem Körper durch Vibrationen von bestimmter Dauer durch einfache Vibrationen hervorgebracht wäre, daß die Produkte aus den Vibrationsmassen und der Vibrationsintensitäten, welche in diesem Falle die der Spannung gleiche Vi-

brationskräfte meſſen, in allen Körpern gleich ſein müßten, damit dieſe Kräfte quantitativ gleich wären, wobei aber die Vibrationsmaſſen ſelbſt verſchieden, und mit ihnen die Spannungen und die Vibrationskräfte qualitativ verſchieden ſein konnten, und folglich durch Vibrationen von verſchiedener Dauer hervorgebracht ſein. — Demnach würde die Verſchiedenheit der Körper, welche einfache Vibrationen beſitzen, bei gleicher Spannung auf der Verſchiedenheit der Dauer ihrer Vibrationen begründet ſein. — Solche Körper würden ſodann aus einfachen Stoffen gebildet ſein. Jedoch die Beobachtung und mathematiſche Analyſis lehren uns, daß es ſolche völlig einfache Vibrationen nicht gäbe, ſondern daß eine jede ſtehende Vibration von einer beſtimmten Dauer ſtets von anderen ſtehenden Vibrationen begleitet werde, deren Wellenlänge und Dauer Submultipla, ihre Wellenlänge und ihre Dauer ſind, ſo daß eine jede ſtehende Welle, indem ſie ſelber vibrirt, ſich in zwei, drei, vier u. ſ. w. Wellen theilen kann, welche alle mitvibriren und dieſes nach dem Geſetze, daß unter ſonſt gleichen Umſtänden, die Dauer der Vibrationen ihrer Wellenlänge proportional ſei. — Dieſes bemerken wir ſowohl an einer Saite, als an einer Pfeife, indem ein geübtes Ohr die verſchiedenen Töne zu unterſcheiden vermag, dieſes wird aber auch von der mathematiſchen Analyſis erfordert und auch bei dem Lichte läßt ſich eine ähnliche Erſcheinung nachweiſen, indem es höchſt wahrſcheinlich iſt, daß die transverſalen Vibrationen der rothen Farbe, an dem einen Ende des Far-

Digitized by Google

benſpectrums ſowie an dem anderen, wo die blaue Farbe durch das Indigo und Violet wiederum einen rothen Schimmer annimmt, ihrer Dauer nach ſich ſo zu einander verhalten, wie zwei Octavtöne bei dem Schall. — Demnach werden wir auch keine ſolche einfachen Stoffe annehmen können, welche blos aus Vibrationen von einer einzigen beſtimmten Dauer gebildet wären, ſondern auch bei den ſtehenden longitudinalen Vibrationen der Materie werden ſtets die Grundvibrationen, wie wir diejenigen von längſter Dauer nennen wollen, auch noch von anderen begleitet ſein, welche an Dauer und Wellenlänge Submultipla, derſelben Größen bei den Grundvibrationen ſein werden. — Demnach werden wir einfache Stoffe ſolche nennen, deren Vibrationen der Dauer und Wellenlänge nach ſich zu einander wie ganze Zahlen verhalten. Jedem Vibrationsſyſtem wird eine beſondere Vibrationsmaſſe entſprechen, welche durch ihr Verhältniß zu dem Elaſticitätsmodul und zu der Vibrationsdauer beſtimmt iſt. — Ferner wird jedes Vibrationsſyſtem eine beſondere Vibrationsintenſität beſitzen, welches nach der Erfahrung zu urtheilen, bei den Vibrationen von kürzerer Dauer auch ſtets kleiner ſein wird. Endlich wird einem jeden Vibrationsſyſtem eine beſondere Vibrationskraft entſprechen, welche ſtets dem Produkte aus der entſprechenden Vibrationsmaſſe und der Vibrationsintenſität gleich iſt. Dieſe Vibrationen können ins Unendliche an Dauer verſchieden ſein, ſo daß alle Vibrationskräfte eine unendliche Reihe bilden kön-

Digitized by Google

nen, welche nothwendig eine convergirende sein muß, weil die Summe aller Vibrationskräfte einer endlichen Größe der Spannung des Körpers gleich sein muß. — Daraus folgt aber, daß die längste Dauer der Vibrationen, wie sie durch die Länge der Pfeife und durch die festen Punkte an einer Saite beschränkt wird, in einem Körper dadurch bestimmt werde, daß einerseits der Elasticitätsmodul desselben von der gesammten Wirkung der Vibrationen abhängig ist, andererseits aber das Produkt aus der Grundvibrationsmasse und der entsprechenden Vibrationsintensität kleiner als die Spannung sein müsse, während durch das Verhältniß der Vibrationsmasse und des Elasticitätsmoduls die Dauer der Vibrationen festgestellt ist. — Demnach unterscheiden sich die einfachen Stoffe von einander durch die verschiedene Dauer ihrer Grundvibrationen, auf denen alle anderen zurückgeführt werden können. — In zusammengesetzten Stoffen ist dieses nicht möglich, weil sie aus zusammengesetzten Vibrationen gebildet sind, d. h. aus solchen, bei denen die Dauer und die Wellenlängen so von einander verschieden sind, daß sie sich nicht alle zu einander wie ganze Zahlen verhalten können, sondern auf zwei oder mehrere Systeme Grundvibrationen zurückgeführt werden müssen, bei denen die Dauer auch durch das Verhältniß der Vibrationsmassen und des Elasticitätsmoduls und durch die Größe der Spannung beschränkt wird. Bei den zusammengesetzten Stoffen ist die Spannung auch der Summe aller Vibrations-

Digitized by Google

kräfte gleich. — Dabei wird die Spannung auch als eine Kraft durch das Produkt aus Masse und Geschwindigkeit ausgedrückt werden können, und wir wollen die der Spannung entsprechende Masse — Spannungsmasse — und die der Spannung entsprechende Geschwindigkeit — Spannungsgeschindigkeit — nennen. Um diese Größe für die Spannung in einem Körper zu bestimmen, wird, ebenso wie bei der gemeinschaftlichen Bewegung mehrerer Körper, die Masse summirt und mit einer mittleren Geschwindigkeit multiplicirt werden, auch die Spannungsmasse gleich der Summe aller Vibrationsmassen zu setzen sein, und die Spannungsgeschwindigkeit als eine mittlere Größe aller Vibrationsintensitäten der Körper zu bestimmen sein. — Indem nun die Bedingung des Spannungsgleichgewichts der Körper es erfordert, daß die Spannung in allen gleich sei, d. h. daß sie als Kraft quantitativ, oder was dasselbe bedeutet, daß die Produkte aus Spannungsmasse und Spannungsgeschwindigkeit für alle Körper gleich seien, so ist die Verschiedenheit der Körper darin begründet, daß die Spannung als Kraft qualitativ verschieden sein kann, daß ihr verschiedene Spannungsmassen entsprechen, indem sie durch Vibrationen von verschiedener Dauer und Zusammensetzung und mit verschiedenen Vibrationsmassen und Intensitäten hervorgebracht wird. — Möge man mich hier bei Anlaß der Ausdrücke Spannungsmasse, Spannungsgeschwindigkeit und Vibrationsmasse, nicht

Digitized by Google

mißverſtehen, ſie bedeuten nicht etwas reell Daſeiendes, ſondern imaginäre Beſtimmungen, welche in einer gewiſſen Abhängigkeit von dem Weſen der Körper, von der Dauer, der Zuſammenſetzung und Intenſität ihrer Vibrationen aufgefaßt werden. —

Ebenſo wie wir die beharrliche Verſchiedenheit der Körper durch die Verſchiedenheit der unveränderlichen Dauer und Zuſammenſetzung der Vibrationen erklärt haben, ſo werden wir auch die Veränderlichkeit der Körper beim Temperaturwechſel auf das Veränderliche an den Vibrationen, auf die Intenſität derſelben zurückführen können. — Im Allgemeinen können wir annehmen, daß der äußere Druck, unter dem ſich alle Körper befinden, ſich gleich bleibe, oder doch nur für ſeine Größe, ſehr unbedeutende Veränderungen erleide, wie dieſes aus den Schwankungen des Barometers hervorgeht. — Demnach haben Körper von verſchiedener Temperatur auch dieſelbe Spannung, ebenſo wie verſchiedene Körper überhaupt. — Wenn demnach ein Körper bei ſeinem Erwärmen oder Erkalten an Volumen zu- oder abnimmt, ſo heißt dieſes, daß die Quantität ſeiner Spannung in ſeinem ganzen Volumen zu- oder abnimmt, obwohl ſie an jedem Punkte dieſelbe bleibt. — Könnte ein Körper beim Temperaturwechſel nicht auch ſein Volumen verändern, ſo müßte dann nothwendig eine Veränderung in der Größe ſeiner Spannung vor ſich gehen. Beim Erwärmen müßte ſie zu- beim Erkalten abnehmen. — Die der Spannung entſprechende Kraft würde an Quan-

Digitized by Google

tität zu- und abnehmen und qualitativ sich gleich bleiben, weil durch die Unveränderlichkeit der Dauer und Zusammensetzung der Vibrationen die Veränderung der Größe der Spannung nur durch eine Veränderung der Vibrationsintensitäten hervorgebracht werden kann. — Und somit erkennen wir, daß derselbe Körper bei verschiedener Temperatur sich durch die verschiedene Intensität seiner Vibrationen, welche beim Erwärmen zu- und beim Erkalten abnehmen, unterscheidet. — Da aber gewöhnlich die Körper bei ihrer Temperaturveränderung auch ihr Volumen wechseln können, so wird dabei die Zu- und Abnahme der Spannung nicht eintreten, sondern sie wird sich gleich bleiben, und es wird beim Steigen der Temperatur durch die Zunahme der Vibrationsintensitäten mit dem Ausdehnen der Körper eine Abnahme ihrer Spannungsmassen eintreten, und bei der Abnahme der Temperatur, durch die Abnahme der Vibrationsintensitäten, mit dem Zusammenziehen der Körper eine Zunahme der Spannungsmassen stattfinden, wobei stets das Produkt derselben mit der, zugleich mit der Temperatur der Körper zu- und abnehmenden Spannungsgeschwindigkeit, sich gleich bleiben wird, damit die Bedingung des Spannungsgleichgewichts erfüllt wäre. — Obwohl also die Spannung beim Temperaturwechsel unter gleichem Druck, als Kraft quantitativ gleich bleibt, so verändert sie sich qualitativ. — Die Dauer der Vibrationen bleibt als unverändert, und da sie von dem Verhältnisse der Vibra-

Digitized by Google

tionsmasse zu dem Elasticitätsmodul abhängt, so wird dieser stets mit jener bei einem Temperaturwechsel sich entsprechend verändern, was durch die Veränderung der Eigenschaften der Körper auch empirisch bestätigt wird. Obwohl nun die Spannungsmasse bei dem Temperaturwechsel sich verändert, so können wir dennoch annehmen, daß die Quantität der Spannungsmasse eines bestimmten Körpers stets in demselben bei jedem Wärmegrade gleich sein wird, weil wenn auch sie mit der Temperatur zu- und abnimmt, so nimmt dem entsprechend das Volumen des Körpers ab und zu. — Wir wollen diese einem Körper zukommende Quantität der Spannungsmasse, dieses bestimmte Integral derselben, in den Grenzen des Volumens eines Körpers genommen — die Körpermasse desselben nennen und sie stets als unveränderlich voraussetzen. —

Diese Bestimmungen sind denen an dem Lichte und an dem Schalle vollkommen entsprechend. — Ebenso wie die qualitative Verschiedenheit an denselben, die Farben und Töne, durch die Verschiedenheit der Dauer und der Zusammensetzung der Vibrationen bedingt wird, so haben wir auch durch die Verschiedenheit der Dauer und Zusammensetzung der longitudinalen stehenden Vibrationen die qualitative Verschiedenheit der Körper erklärt. — Ebenso aber auch wie die quantitative Verschiedenheit des Lichtes und des Schalles, ihre Intensität, durch die verschiedene Intensität ihrer Vibrationen hervorgebracht wird, so haben wir auch die quantitative Verschiedenheit der longitudinalen

Digitized by Google

Vibrationen der Materie, die Verschiedenheit der Temperatur der Körper, von der Intensität dieser Vibrationen abhängig gefunden. —

Bis jetzt haben wir blos die stehenden longitudinalen Vibrationen der Materie betrachtet. — Jedoch genau genommen sind alle Vibrationen fortschreitende, und nur durch das Zusammenwirken zweier gleicher Wellensysteme in entgegengesetzten Richtungen bilden sich die stehenden Wellen, wie dieses im Innern eines jeden homogenen einfachen oder zusammengesetzten Körpers stattfindet. — Jede stehende Welle hat jedoch das Streben in eine fortschreitende überzugehen, wie es durch das Aussenden der Schallwellen aus den Orgelpfeifen und der Lichtstrahlen von den leuchtenden Körper bewiesen wird. — Ebenso hat eine jede an der Begrenzungsfläche eines Körpers sich befindende stehende Welle das Streben, in eine fortschreitende überzugehen und außerhalb des Körpers sich fortzupflanzen, und wird daran durch den Widerstand der anderen Körper verhindert. Nichtsdestoweniger wird sie auf die sie umringenden Körper beständige Stöße hervorbringen, und wenn auch nicht selbst zu einer fortschreitenden Welle werden, doch solche in denselben hervorrufen. — Demnach wird ein jeder Körper als die Quelle fortschreitender longitudinaler Vibrationen, welche sich nach allen Seiten verbreiten und dem Gesetze der Vibrationen gemäß an Intensität der durchlaufenen Entfernung umgekehrt proportional sind, betrachtet werden können. — Diese Vibrationen werden zur Spannung der Kör-

Digitized by Google

per auch natürlicherweise beitragen, ohne deshalb dieſe Körper, in denen ſie ſich fortpflanzen, durch ihre heterogene Dauer zu modificiren, weil ſie blos nach einer Seite fortſchreitende vorübergehende Vibrationen ſind. — Die Bedingung des Spannungsgleichgewichts aller Körper erfordert aber, daß dieſes gegenſeitige Strahlen der Vibrationen verſchiedener Körper in einander ein ſolches ſei, daß ſie ſich gegenſeitig das Gleichgewicht halten, und nicht die Gleichheit der Spannung ſtören. —

Wenn dieſe Bedingung nicht erfüllt iſt, ſondern wenn ſich ein Körper in der Mitte anderer befindet, in denen er durch ſeine fortſchreitenden Vibrationen eine Erhöhung der Spannung hervorruft, ſo bedeutet dieſes, daß er von höherer Temperatur iſt, indem er, damit die Bedingung des Spannungsgleichgewichts erfüllt ſei, mit ſolchen Körpern umringt ſein müßte, welche ein größeres Einſtrahlen der Vibrationen bedürfen, und folglich auch ein größeres Ausſtrahlen derſelben beſitzen, kurz mit Körpern von höherer Temperatur, ſo daß wenn dieſes nicht ſtattfindet, er die anderen Körper um ſich herum erwärmen und in ihnen eine Zunahme des Volumens hervorrufen, während er ſelbſt durch das zu kleine Einſtrahlen der Vibrationen in ihn hinein eine Zuſammendrückung und ein Erkalten erleiden wird. — Ein jeder Körper kann alſo als Quelle longitudinaler Vibrationen angeſehen werden, ebenſo wie es ein leuchtender für die transverſalen iſt. — Ein jeder Körper bildet um ſich eine Atmoſphäre fortſchreitender Vibrationen. — Sendet er ſolche Vibratio-

Digitized by Google

nen aus, welche die Temperatur der umringenden Materie erhöhen, so wird er als Wärmequelle betrachtet, ebenso wie ein leuchtender Körper eine Lichtquelle ist. — So lange die von ihm ausgehenden Vibrationen fortschreitende sind, ist auch die von ihm kommende Wärme eine strahlende. — Diese kann jedoch nur in solchen Körpern stattfinden, welche den fortschreitenden Wärmevibrationen ungehinderten Durchgang gestatten, in den Diathermanen. — In den athermanen Körpern finden vielfache Reflexionen statt, wodurch die fortschreitenden Wärmevibrationen zu stehenden werden und dadurch nicht blos vorübergehend den Körper erwärmen, sondern bleibend zur ruhenden Wärme werden. — Auf diese Weise wird die Wärme geleitet, indem die fortschreitenden Wärmevibrationen zu stehenden werden.

Digitized by Google

Viertes Kapitel.

Von den Eigenschaften der Körper.

Um den Beweis der Wahrheit unserer Bestimmungen zu liefern, müßten wir die Uebereinstimmung unserer Erkenntniß und unserer Kenntniß, durch einen Vergleich Beider miteinander nachweisen, deshalb aber die Dauer, die Zusammensetzung und die Intensität der Vibrationen eines jeden Körpers erforschen, sodann auf theoretische oder mathematische Weise die Größe seiner allgemeinen Eigenschaften bestimmen und endlich durch den Vergleich mit der Erfahrung die gewünschte Bestätigung oder die — Widerlegung unserer Theorie erlangen. — Jedoch weit entfernt davon die Größe der Vibrationselemente in den Körpern zu kennen, haben wir sogar nicht die Mittel, um zu entscheiden, ob unter den etlichen 60 Grundstoffen, auf welche die Chemie alle anderen zurückführt,

Digitized by Google

es einige gibt, welche als einfache Stoffe anerkannt werden können, indem ihre Unzerlegbarkeit nur die Unzulänglichkeit der Mittel beweist, ihre heterogenen Bestandtheile von einander zu trennen. — Um dem Leser jedoch, wenn auch nur annäherungsweise, eine Vorstellung von den Dimensionen bei den Vibrationen der Materie zu geben, können wir ihn deshalb auf die Dauer und die Wellenlänge der Lichtvibrationen verweisen, welche aus der Entfernung der dunklen Streifen von einander bei den Interferenzerscheinungen und aus der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes berechnet worden sind. — Die Länge der Welle eines rothen Lichtstrahles, eine der längsten, erwies sich nicht größer als 0,000643$^{mm.}$ und die kurze Dauer einer Lichtvibration wird man sich vergegenwärtigen können, wenn man bedenkt, daß sie dieselbe ist, welche das Licht bedarf, um mit einer Geschwindigkeit von 42,000 Meilen in der Secunde eine Wellenlänge zu durchlaufen. — Obwohl es nun an allen Mitteln fehlt, um ähnliche Bestimmungen für die stehenden longitudinalen Vibrationen der Materie zu treffen, so können wir doch hoffen, daß dieses einstmals gelingen wird; jetzt wollen wir uns darauf beschränken, die Abhängigkeit der Größe der allgemeinen Eigenschaften der Körper von ihren Vibrationen zu erkennen und sodann durch Rückschlüsse von der beobachteten Größe dieser Eigenschaften ausgehend einige Bestimmungen über die relative Größe der Dauer der Vibrationen in den Körpern versuchen. —

Digitized by Google

Die allgemeinen Eigenschaften sind nicht nur bei verschiedenen Körpern an Größe verschieden, sondern auch bei demselben Körper mit seiner Temperatur veränderlich, und sie drücken das Verhältniß dieser Körper zu den auf sie einwirkenden, das Volumen und die Form verändernden Kräfte aus. — Diese Eigenschaften sind die Ausdehnbarkeit, Zusammendrückbarkeit, sowie die Cohäsion, Elasticität und Festigkeit, und es fragt sich nun, in welcher Abhängigkeit befindet sich ihre Größe von der Dauer, der Zusammensetzung und der Intensität der Vibrationen der Körper, oder von den entsprechenden Größen der Spannungsmasse und Spannungsgeschwindigkeit. —

Die Körper widersetzen sich den auf sie hervorgebrachten Wirkungen durch die in dem Wesen der Materie begründeten Kräfte der Repulsion und Compression oder durch ihre Spannung und durch den äußeren Druck. — Diese Kräfte haben wir durch das Produkt aus Masse und Geschwindigkeit auszudrücken gelernt. — Dadurch sind wir in den Stand gesetzt, zur Beurtheilung des Verhaltens der Körper zu den Kräften, uns Beispiele aus der Erfahrung zu entlehnen, in der wir stets auch die mechanischen Kräfte durch die Bewegung der Körper von bestimmter Masse hervorgebracht sehen. —

Nun bemerken wir aber, daß, wenn mehrere Körper von verschiedener Masse in Bewegung sind und eine und dieselbe Kraft auf die Bewegung aller störend und ver-

Digitized by Google

ändernd einwirkt, daß immer diejenigen unter ihnen, welche kleinere Massen besitzen, eine größere Veränderung, sei es nun in der Geschwindigkeit oder in der Richtung ihrer Bewegung, erleiden. — Schließen wir von diesem aus auf das Verhalten der Körper zu den auf sie einwirkenden Kräften, so können wir es als höchst wahrscheinlich bezeichnen, da die Spannungsmasse in der Spannung die Stelle der bewegten Masse vertritt, daß *bei verschiedenen Körpern die durch eine Kraft bewirkten Veränderungen bei denjenigen stets größer sein werden, welche kleinere Spannungsmassen und größere Spannungsgeschwindigkeiten besitzen, und umgekehrt.*

Daraus läßt sich die Verschiedenheit der Ausdehnbarkeit und Zusammendrückbarkeit der Körper — ihrer Volumenveränderlichkeit — leicht erklären. Stets bei denjenigen Körpern, welche größere Spannungsmassen besitzen, also bei einfachen Stoffen, bei denjenigen mit Vibrationen von längerer Dauer, werden diese Eigenschaften kleiner sein und diese Körper bereits bei einer kleineren Volumenveränderung eine Zu- oder Abnahme der Spannung erreichen müssen, bei der sie der zusammendrückenden oder ausdehnenden Kraft das Gleichgewicht halten können. — Die das Volumen eines Körpers verändernden Kräfte können *äußere* und *innere* sein. Die äußeren wirken durch die Veränderung des äußeren Druckes und lassen die Intensitäten der Vi-

Digitized by Google

brationen in den Körpern unverändert, während die Wärme als eine innere, durch die Veränderung der Intensitäten der Vibrationen, das Volumen der Körper, verändernde Kraft auftritt. Je nachdem ob ein Körper bei seinem Erwärmen um eine bestimmte Anzahl Grade eine größere oder kleinere Ausdehnung erleidet, bedarf er mehr oder weniger Wärme dazu. — Die Wärmemenge, welche erforderlich ist, um zwei Körper von gleichen Gewichten und eine gleiche Anzahl Grade zu erwärmen, ist ihre *specifische Wärme*, und wenn sie eine verschiedene ist, so besitzen die Körper eine verschiedene *Wärmecapacität*. Das Gesetz, welches die specifische Wärme der Körper an ihre Aequivalentengewichte auf die Weise binden sollte, daß das Produkt dieser beiden Größen bei allen Körpern gleich wäre, hat sich sogar schon bei den Grundstoffen nicht durchführen lassen und gilt nur innerhalb einiger Körpergruppen, und auch bei den zusammengesetzten Körpern findet es nur bei solchen, welche eine ähnliche chemische Zusammensetzung haben, statt. Jedoch es ist nicht zu verkennen, daß die Erforschung dieses Gesetzes von großer Wichtigkeit für die Bestimmung der Vibrationen der Körper sein kann, indem es ihr chemisches Verhalten mit ihren anderen Eigenschaften verknüpft. — Außer der Volumenveränderlichkeit, welche die Erklärung ihrer Verschiedenheit in einer verschiedenen Spannungsmasse der Körper findet, sind diese auch häufigen Veränderungen in ihrer Form unterworfen, die je nach der größeren oder kleineren

Digitized by Google

Cohäſion und Feſtigkeit derſelben für gleiche Kräfte eine größere oder kleinere iſt. Bei feſten Körpern kann die verſchiedene Biegſamkeit derſelben oder die Verſchiedenheit der Formveränderungen, die ſie durch gleiche Kräfte erleiden, auf die Verſchiedenheit ihrer Volumenveränderlichkeit zurückgeführt werden. Da bei einer jeden Biegung eines feſten Körpers einige Theile deſſelben zuſammengedrückt, andere dagegen ausgedehnt werden, bis ihr Streben, ihre frühere Form anzunehmen, der Biegung eine Grenze ſetzt, ſo iſt es natürlich, daß mit einer größeren oder geringeren Volumenveränderlichkeit auch eine größere oder kleinere Formveränderlichkeit verbunden ſei. Die Formveränderungen finden aber nicht allein an feſten Körpern, bei welchen die Grenze der Elaſticität nicht ſo leicht überſchritten wird, ſtatt, ſondern auch an anderen, bei denen es der leiſeſten Anſtrengung bedarf, nicht nur um ihre Form zu verändern, ſondern ſogar um ihre Theile völlig aus ihrer gegenſeitigen Lage zu verrücken. Daraus ſehen wir, daß die verſchiedene Cohäſion der Körper einer beſonderen Erklärung bedarf; und werfen wir einen Blick in unſer empiriſches Wiſſen, ſo finden wir, daß es die Wärme iſt, welche bei ihrer Zunahme nicht nur fähig iſt, feſte Körper in einen flüſſigen, faſt cohäſionsloſen Zuſtand überzuführen, ſondern auch ſie als Gaſe zu verflüchtigen. Die Zunahme der Wärme wird aber durch die Zunahme der Vibrationsintenſitäten in den Körpern hervorgebracht, und ſo können wir daraus den Schluß ziehen, daß die Cohäſion von

Digitized by Google

denſelben abhänge und zwar ſo, daß ſie in den Körpern, wo bei gleicher Temperatur die Vibrationsintenſitäten und die Spannungsgeſchwindigkeit größer ſind, ſie eine kleinere ſein muß, und umgekehrt. Da aber das Produkt aus Spannungsmaſſe und Spannungsgeſchwindigkeit in allen Körpern gleich iſt, ſo folgt daraus, daß die Körper, welche eine größere Spannungsmaſſe haben, auch eine größere Cohäſion beſitzen. Die Abhängigkeit der Cohäſion von den Vibrationsintenſitäten kann auf die Weiſe erklärt werden, daß die Körper, bei denen die Spannung mehr auf ihrer Spannungsgeſchwindigkeit als auf der Spannungsmaſſe beruht, die Fähigkeit beſitzen, durch die Größe der Beweglichkeit jedes ihrer Theile ſogleich jede Störung in dem Gleichgewichte ihrer Spannung auszugleichen, während in den feſten Körpern bei der Biegung derſelben eine Zuſammendrückung und Ausdehnung einiger Theile eintritt und ſo lange währt, bis entweder die Wirkung der biegenden Kraft nachläßt oder die Feſtigkeit der Körper überſchritten wird. Sobald eine Formveränderung in den cohäſionsloſen Körpern hervorgebracht worden iſt, verbreitet ſich die Spannung wieder gleichförmig im ganzen Körper und darum kann weder von der Zunahme der Spannung der zuſammengedrückten Theile noch von dem äußeren Drucke ein Widerſtand gegen die wirkende Kraft hervorgehen. Die Erfahrung zeigt uns alle wahrgenommenen Körper in drei verſchiedenen Aggregatszuſtänden: entweder feſt, flüſſig oder gasförmig. Dieſe drei Klaſſen unterſcheiden ſich von einander beſonders durch ihre Cohäſions-

Digitized by Google

verhältniſſe, obwohl auch ihre Volumenveränderlichkeit eine ſehr verſchiedene iſt. Da wir nun die Art und Weiſe, wie die Verſchiedenheit der Körper in dem Weſen derſelben begründet iſt, erkannt haben, ſo wollen wir nun eine kurze Charakteriſtik dieſer drei Hauptklaſſen der Körper entwerfen, und ausgehend von ihren vorzüglichſten Eigenſchaften einige Schlüſſe auf die relative Dauer der Vibrationen derſelben verſuchen. Die feſten Körper zeichnen ſich beſonders durch ihr großes Beharrungsvermögen aus, in dem Zuſtande zu bleiben, in dem ſie ſich gerade befinden. Sie beſitzen ſowohl eine unbedeutende Volumenveränderlichkeit, als auch die Form derſelben nur ſchwer zerſtört werden kann, und es iſt zur vollſtändigen Trennung ihrer Theile immer eine bedeutende Kraft erforderlich. Dieſe Eigenſchaften deuten aber darauf hin, daß ihrer Spannung eine große Spannungsmaſſe und eine unbedeutende Spannungsgeſchwindigkeit entſpricht.

Im Gegenſatze zu den feſten Körpern ſind die Gaſe ſo beſchaffen, daß ſie nicht nur vollkommen cohäſionslos erſcheinen, ſondern auch, daß ſie durch eine unbedeutende Kraft leicht eine große Zuſammendrückung erleiden und dem entſprechend auch ein großes Beſtreben, ſich auszudehnen, eine bedeutende Expanſivkraft beſitzen; Beides deutet darauf hin, daß ſie unbedeutende Spannungsmaſſen und ſehr große Vibrationsintenſitäten haben.

Die flüſſigen Körper endlich halten die Mitte zwiſchen den feſten und den gasartigen. Von den erſteren ha-

Digitized by Google

ben ſie eine unbedeutende Volumenveränderlichkeit, indem die flüſſigen Körper ſich ſehr ſchwer zuſammendrücken laſſen, ſowie ein unbedeutendes Ausdehnungsbeſtreben, während ſie mit den Gaſen eine faſt vollſtändige Cohäſionsloſigkeit theilen. Dieſe doppelte Verwandtſchaft der Flüſſigkeiten theils mit den feſten Körpern, theils mit den Gaſen, deutet auch auf eine zwiefache Natur ihrer Vibrationen hin. Sie werden unter anderen nothwendig ein Vibrationsſyſtem von einer beſtimmten Dauer haben, dem eine bedeutende Vibrationsmaſſe bei kleiner Intenſität entſprechen wird, wodurch die unbedeutende Volumenveränderlichkeit bedingt wird und daneben ein anderes Vibrationsſyſtem mit einer anderen Dauer und einer ſehr kleinen Vibrationsmaſſe, aber mit einer ſehr großen Intenſität, deſſen Vibrationskraft wenig zur Spannung beitragen wird, jedoch durch die Geſchwindigkeit der Vibrationen den Theilen des Körpers eine Beweglichkeit ertheilen, wodurch die Aufhebung der Cohäſion erfolgt. Da aber die Dauer der Vibrationen ſtets der Quadratwurzel aus dem Quotienten ihrer Vibrationsmaſſe und des Elaſticitätsmoduls proportional iſt, und da in dieſem Falle der Elaſticitätsmodul für beide Vibrationsſyſteme derſelbe iſt, ſo werden die Vibrationen mit einer großen Vibrationsmaſſe auch von längerer Dauer ſein, während dagegen die anderen, welche cohäſionsvernichtend wirken, nur eine kurze Dauer haben. Schwerer iſt es, die Dauer der Vibrationen für die feſten und gasförmigen Körper zu beſtimmen. Da der Elaſticitätsmodul mit der Zu-

Digitized by Google

ſammendrückbarkeit der Körper zu- und abnimmt, ſo iſt es möglich, daß bei großer Spannungsmaſſe auch eine kleine Dauer der Vibrationen und umgekehrt ſtattfindet. Da wir jedoch einen Unterſchied zwiſchen den Dämpfen der feſten Körper bei hoher Temperatur und den gewöhnlichen Gaſen zu begründen haben, ſo müſſen wir es als höchſt wahrſcheinlich bezeichnen, daß die erſtgenannten eine größere Vibrationsdauer beſitzen, ſo daß wir im Allgemeinen den Satz werden gelten laſſen, daß die feſten Körper vorzugsweiſe Vibrationen von längerer Dauer beſitzen, während die gewöhnlich in Gasform auftretenden Körper meiſt Vibrationen von kürzerer Dauer haben. Doch können dieſe Sätze eigentlich nur von einfachen Körpern gelten. Die feſten Körper, welche zuſammengeſetzt ſind, können auch Vibrationen von ſehr kurzer Dauer haben, wie es nothwendig in denen ſtattfinden muß, welche ſchon empiriſch als mit Gaſen zuſammengeſetzt, bekannt ſind. — Es iſt leicht daraus zu erkennen, daß alle ſolche Beſtimmungen über die innere Beſchaffenheit des Körpers gegenwärtig nur höchſt oberflächlich und unbeſtimmt ſein können. —

Sowie alle Körper überhaupt durch die verſchiedene Dauer und Intenſität ihrer Vibrationen und durch die Verſchiedenheit der entſprechenden Spannungsmaſſen und Spannungsgeſchwindigkeiten in drei große Klaſſen, in drei Aggregatszuſtände zerfallen, ſo bedingen dieſelben Größen auch innerhalb dieſer drei Hauptgruppen der

Digitized by Google

Körper eine Verschiedenheit zwischen den einzelnen Gliedern derselben. Daraus wird die verschiedene Elasticität und Festigkeit der festen Körper erklärt, indem sie bald hart, bald weich, bald biegsam, bald spröde erscheinen. In denselben Größen wird dann auch die Ursache ihrer verschiedenen Hammerbarkeit, Dehnbarkeit, Streckbarkeit u. s. w. sowie der Ausdehnbarkeit und Zusammendrückbarkeit zu suchen sein. — Endlich unterscheiden sich die amorphen Körper von den Krystallen dadurch, daß in den ersteren, unseren Bestimmungen gemäß, die Vibrationswellen von jedem Punkte aus sich nach allen Seiten fortpflanzen, während dieses in den letzteren nur in bestimmten, durch die Axen oder durch die Spaltungsflächen angedeuteten Richtungen geschehen mag. —

Durch die Zunahme der Temperatur tritt in den festen Körpern ein Ausdehnen derselben ein; zugleich muß die Spannungsmasse abnehmen und die Eigenschaften der Körper dem entsprechend sich verändern, d. h. die Cohäsion muß eine schwächere werden, während die Ausdehnbarkeit und Zusammendrückbarkeit der Körper zunehmen muß, wie dieses auch wirklich beobachtet wird. —

Nimmt die Temperatur beständig zu, und mit ihr auch die Intensität der Vibrationen, so muß endlich eine Grenze erreicht werden, wo die Cohäsion der Körper aufgehoben wird, und sie in den flüssigen Zustand übergehen — schmelzen. — Dem entsprechend müßte auch bei den flüssigen Körpern die Volumenveränderlich-

Digitized by Google

keit eine größere sein, als bei den festen; jedoch dem entgegen, glaubt man bemerkt zu haben, daß die Flüssigkeiten weniger zusammendrückbar seien. Dieses kann aber nur scheinbar sein und muß einer Eigenthümlichkeit der festen Körper, ihrer Porosität, zugeschrieben werden. Durch die Starrheit und Unbeweglichkeit ihrer Theile sind die festen Körper fähig, nicht vollständig continuirlich zu sein, sondern sie besitzen in sich Zwischenräume — Poren — welche nicht von der Substanz derselben eingenommen, sondern von dem weniger cohärenten Medium, in dem sie sich befinden, erfüllt sind — als Wasser oder Luft. Flüssigkeiten und Gase können keine Poren in sich besitzen, wie man auch keine Beweggründe hat, sobald man den Standpunkt der Atomistik verlassen hat, dieselben anzunehmen, weil die Materie in ihrem Wesen nothwendig als continuirlich begründet ist, und der Umstand, daß in dem Wasser oft Luft enthalten ist, giebt keinen Beweis für die Porosität derselben ab; denn die Luft, sowie andere Gase, werden von dem Wasser absorbirt und befinden sich in ihm nicht in einem freien Zustande, wie in den Poren der festen Körper. In Folge der Porosität der festen Körper wird bei einer Zusammendrückung derselben eine größere Volumenabnahme hervorgebracht, als dieses durch die Spannungsmasse erforderlich wäre, indem die Zwischenräume den in Körpern verengt werden. Dadurch besitzen die festen Körper scheinbar eine größere Zusammendrückbarkeit als die Flüssigkeiten, auch nehmen sie nach einer Zu-

Digitized by Google

ſammendrückung oft nicht mehr daſſelbe Volumen ein, als früher, was auch dem Umſtande zuzuſchreiben iſt, daß die Poren ſo bleiben, wie ſie bei der Zuſammendrückung waren — kleiner, als vor derſelben, und das Ausdehnen des Waſſers bei dem Uebergange aus dem flüſſigen Zuſtande in den ſtarren kann auch nur darin ſeine Erklärung finden, daß mit dem Gefrieren deſſelben ſich Poren bilden, wodurch das Volumen eine ungewöhnliche Zunahme erleidet. Die Cohäſion der Flüſſigkeiten iſt eine höchſt unbedeutende und auch aus denſelben Urſachen verſchieden, wie bei den feſten Körpern. Die ſtets gleichmäßige Vertheilung der Spannung in den flüſſigen Körpern bewirkt auf gleiche Flächen ſtets einen gleichen Druck, ſo daß der Druck einer Flüſſigkeit ſtets der drückenden Fläche proportional iſt. — Ein Geſetz, welches auch für die Gaſe gilt. — Durch eine Temperaturveränderung kann eine Flüſſigkeit auch ihren Aggregatszuſtand verändern. — Nimmt die Temperatur beſtändig ab, ſo kann die Spannungsgeſchwindigkeit in der Flüſſigkeit oder die Intenſität der Vibrationen ſo abnehmen, daß die gehörige Beweglichkeit der Theile, wodurch die unbedeutende Cohäſion bedingt wird, verloren geht, die Flüſſigkeit erſtarrt, geht in den feſten Zuſtand über und beſitzt ſodann alle Eigenthümlichkeiten der feſten Körper. Wenn hingegen die Temperatur einer Flüſſigkeit ſteigt, ſo nehmen die Vibrationsintenſitäten beſtändig zu und in Folge deſſen tritt, wie wir aus der Erfahrung wiſſen, ein Wärme-

Digitized by Google

grad ein, über den hinaus die Flüssigkeit nicht mehr tropfbar bleiben kann, sondern in Dampf, d. h. in einen gasförmigen Zustand übergeht. Bevor wir jedoch die Untersuchungen über die merkwürdigen Eigenschaften der Gase und Dämpfe anstellen, ist es erforderlich, erst die Bedeutung des atmosphärischen Druckes zu bestimmen, weil alle Eigenschaften der Gase in einem innigen Verhältnisse sich zu demselben befinden.

Wir haben bereits in unseren kritischen Untersuchungen über die gegenwärtige Erkenntniß der Menschen bewiesen, daß der Luftdruck größer ist, als er aus der Höhe der Quecksilbersäule im Barometer berechnet worden ist. Wir haben gezeigt, daß außer dem Theile des Luftdrucks, welcher das Steigen des Queckſilbers in dem Barometer veranlaßt, er noch einen Ueberschuß haben muß, welcher der Spannung der Quecksilberdämpfe in der sogenannten Torricellischen Leere das Gleichgewicht hält und welcher aller Wahrscheinlichkeit nach eine sehr bedeutende Größe ist. Diese beiden Theile des Luftdruckes bilden nun Das, was wir in unserer Theorie den äußeren Druck genannt haben, oder die Spannung der Luft, welche an der Erdoberfläche der Spannung der anderen Körper gleich sein muß. Die von der Vertheilung der Materie im unendlichen Raume abhängige Größe des äußeren Druckes wollen wir den kosmischen Druck nennen. Er wird jedoch kleiner sein, als der wirkliche Luftdruck an der Oberfläche der Erde, denn es gilt als Thatsache, daß die Luft

Digitized by Google

ebenſo wie die anderen Körper ſchwer ſei, und ſomit ſind die unteren Luftſchichten unter dem Drucke der oberen, unter einem Drucke, welcher gleich iſt dem Gewicht der über denſelben ſich befindenden Luftſäule. — Dieſer Druck, welchen wir den atmoſphäriſchen nennen wollen, wird auch die Luft zuſammendrücken und ihre Spannung erhöhen. Demnach wird die Spannung der Luft gleich ſein der Summe aus dem kosmiſchen Drucke, welcher den Druck bedeutet, dem die Luft unabhängig von ihrer Schwere ausgeſetzt iſt, und aus dem atmoſphäriſchen Druck oder demjenigen, welcher durch die Schwere der oberen Luftſchichten hervorgebracht wird. Vergleichen wir nun dieſe Größe mit denjenigen aus der Höhe der Queckſilberſäule und aus der Spannung der Queckſilberdämpfe beſtimmten, ſo können wir annehmen, um in Uebereinſtimmung mit den Lehren der Phyſik zu bleiben, daß der kosmiſche Druck der Spannung der Queckſilberdämpfe im Barometer gleich ſei, während der atmoſphäriſche Druck durch die Höhe der Queckſilberſäule gemeſſen werde.

Obwohl alſo das Gewicht der Queckſilberſäule im Barometer weit davon entfernt iſt, den vollen Luftdruck zu meſſen, ſo wird es dennoch wie bisher denjenigen Druck bezeichnen, welchen ſie durch ihre Schwere hervorbringt, — den atmoſphäriſchen, und folglich auch ferner zu den Höhenmeſſungen der Berge und beim Steigen der Aeroſtaten zu gebrauchen ſein. —

Es mag wohl im erſten Augenblicke höchſt unglaub-

Digitized by Google

lich erscheinen, daß die Luft und andere Gase an der Oberfläche der Erde dieselbe Spannung besitzen sollen, wie alle anderen Körper. Um sich mit dieser Behauptung, welche aus der Unveränderlichkeit des Volumens aller Körper und aus der Bedingung ihres Spannungsgleichgewichts nothwendig hervorgeht, zu versöhnen, möge man nur berücksichtigen, daß uns erstens: die wahre Größe der Spannung der Luft d. h. die Summe des kosmischen und atmosphärischen Druckes völlig unbekannt ist, und folglich eine sehr bedeutende sein kann, zweitens aber uns keine Erscheinung durch die Erfahrung gegeben ist, welche dieser Behauptung widersprechen würde. — Die Luft besitzt alle allgemeinen Eigenschaften der Körper, ebenso wie die festen und flüssigen; nur in einem verschiedenen Grade. Diese Verschiedenheit haben wir aber durch die Verschiedenheit der Spannungsmassen und Spannungsgeschwindigkeiten, oder durch die Verschiedenheit der Dauer, Zusammensetzung und Intensität der Vibrationen erklärt. — So ist die Cohäsionslosigkeit der Gase und Dämpfe nothwendig durch eine bedeutende Intensität ihrer Vibrationen bedingt, während bei den festen Körpern die Beweglichkeit jedes Punktes noch nicht soweit gediehen ist, um ein leichtes Verschieben dieser Theile aneinander möglich zu machen. So ist die große Volumenveränderlichkeit ebenso durch die, der großen Spannungsgeschwindigkeit entsprechende, kleine Spannungsmasse der Gase erklärt und enthält auch keinen Widerspruch gegen die Annahme einer ebenso großen Span-

Digitized by Google

nung der Luft und der Gase dieselbe sei, als bei den anderen Körpern. — Die beständigen Gase folgen dabei einem Gesetze, das in inniger Verbindung mit dem atmosphärischen Drucke steht und in der Physik unter dem Namen des Mariotte'schen Gesetzes bekannt ist; es lautet: Das Volumen einer bestimmten Quantität eines Gases ist dem Drucke, dem es ausgesetzt ist, umgekehrt proportional. — Dieses Gesetz nimmt keine Rücksicht auf den kosmischen Druck. — Es ist zu einer Zeit aufgestellt worden, in der man die Luft blos unter dem atmosphärischen Drucke befindlich betrachtete. — Da wir aber erkannt haben, daß sie noch einem anderen, dem kosmischen ausgesetzt ist, so gilt dieses Gesetz in der soeben angeführten Form in unserem System nicht mehr, sondern es wird lauten: Das Volumen einer bestimmten Quantität eines Gases ist dem Drucke, dem es außer dem kosmischen ausgesetzt ist, umgekehrt proportional. — Ein Gesetz, welches dieselben Erscheinungen der Zusammendrückbarkeit und Ausdehnbarkeit der Gase regelt, wie das Mariotte'sche und in denselben Grenzen gilt als dasselbe, welches von Arago und Dulong bis auf einen Druck von sieben und zwanzig Atmosphären bestätigt worden ist, und zwar nur für Gase, welche gewöhnlich in diesem Aggregatszustande erscheinen, nicht aber für solche, welche nahe daran sind, in den flüssigen Zustand überzugehen, und auch nicht bei dem Herabsinken des Druckes bis auf den kosmischen; denn sonst müßte eine endliche Quantität Luft eine un-

Digitized by Google

endliche Ausdehnung erreichen, was nur bei völliger Abwesenheit eines äußeren Druckes eintreten könnte. Da der Ueberschuß des Druckes über den kosmischen, dem die Luft ausgesetzt ist, der atmosphärische ist, so folgt daraus, daß dieselbe durch jeden hinzukommenden Druck, welcher dem atmosphärischen gleich ist, auf die Hälfte, auf den dritten, den vierten ꝛc. Theil ihres primitiven Volumens zusammengedrückt werden muß. —

Das Verdampfen der Flüssigkeiten geschieht bei jeder Temperatur, das Kochen derselben bei einem Wärmegrade, über den hinaus sie die Fähigkeit verlieren, unter einem bestimmten Drucke im flüssigen Zustande zu bleiben, und deshalb in die Gasform übergehen, wobei der Volumenwechsel ein so großer ist, daß es fast so erscheint, als ob zwischen dem Volumen eines Körpers als Flüssigkeit bei der Temperatur des Kochens und zwischen dem Volumen desselben Körpers als Dampf alle anderen Volumen etwas Widersprechendes in sich enthielten und deshalb übersprungen würden. — Die Erfahrung lehrt, daß die Spannung des Dampfes im luftleeren Raume bei der Temperatur des Kochens, wenn sie ihr Maximum erreicht, dem auf die Flüssigkeit ausgeübten Drucke gleich ist, also nach der herrschenden Physik gleich dem atmosphärischen Drucke, und nach unserer Theorie gleich dem vollen Luft- oder äußeren Drucke. Ferner wenn der Druck, dem eine Flüssigkeit ausgesetzt ist, durch künstliche Mittel entweder vergrößert oder verkleinert wird, so steigt oder fällt, wie wir bereits wissen, auch die Temperatur, bei der das Ko-

Digitized by Google

chen der Flüssigkeit eintritt. Daraus ist zu ersehen, daß der flüssige Zustand kein dem Körper eigenthümlicher ist, sondern durch die zusammenhaltende Kraft des äußeren Druckes hervorgebracht wird, und es ist nicht zu verkennen, daß in diesem ein Widerstand gegen das Verdampfen der Flüssigkeit enthalten ist, welcher überwunden werden muß, um sie ins Kochen zu bringen. Das Kochen kann jedoch nicht nur durch die Erhöhung der Temperatur hervorgebracht werden, sondern auch durch die Verminderung des Druckes, welcher auf eine Flüssigkeit ausgeübt wird. — Indem wir die Größe dieses hinwegzuschaffenden Druckes bestimmen, werden wir auch die Größe des Widerstandes des äußeren Druckes kennen lernen, welche sich dem Verdampfen der Flüssigkeiten widersetzt. Wir wissen, daß wenn Flüssigkeiten in einer Röhre durch den Luftdruck gehoben werden sollen, dieses nur bis zu einer bestimmten Höhe gelingt, zum Beispiel das Quecksilber auf 28 Zoll in der Barometerröhre und das Wasser in den Pumpen nicht über 32 Fuß. Ferner wissen wir, daß dieser Hebung eine Grenze gesetzt wird durch das in Folge des verminderten Druckes eintretende Verdampfen der Flüssigkeit, so daß das Gewicht der Flüssigkeitssäule uns das Maaß der Abnahme des Druckes giebt, damit die Flüssigkeit verdampfen könne, und da die Höhe derselben stets der Dichtigkeit der gehobenen Flüssigkeit umgekehrt proportional ist, so folgt daraus, daß der Widerstand der Luft gegen das Verdampfen aller Flüssigkeiten stets derselbe ist und als durch die Ba-

Digitized by Google

rometerhöhe gemessen dem atmosphärischen Drucke gleich ist. Dieselbe Wirkung nun, welche durch die Schwere der gehobenen Flüssigkeitssäule hervorgebracht wird, muß auch die Wärme bewirken, wenn die Flüssigkeit in's Kochen gebracht werden soll. Die Intensität der Vibrationen derselben muß eine so hohe werden, daß sie die Fähigkeit erhalten, den atmosphärischen Druck zu überwinden, und die Flüssigkeit in den Gaszustand überzuführen. Diese tritt wahrscheinlich erst dort ein, wo die Stöße der Vibrationen in den Flüssigkeiten so stark werden, daß sie die Cohäsion der Luft überwinden, und dadurch gewaltsam sich das Recht erwerben, sich frei ausdehnen zu können, so daß dieses bei verschiedenen Flüssigkeiten bei einer verschiedenen Temperatur eintritt, weil ihre Vibrationsintensitäten bei gleicher Temperatur verschieden sind. Bei dem Kochen der Flüssigkeiten haben wir das merkwürdige Beispiel, daß derselbe Körper bei derselben Temperatur, bei derselben Dauer der Vibrationen neben einander in zwei verschiedenen Zuständen, tropfbar und gasförmig zugleich besteht. Die Unterschiede der beiden Zustände beruhen einzig und allein auf der Verschiedenheit der Intensität der Vibrationen in denselben, wodurch auch die Verschiedenheit der Eigenschaften bedingt wird, als zum Beispiel des Elasticitätsmoduls, welcher bei dem Uebergange in den dampfförmigen Zustand der Spannungsmasse entsprechend abnehmen muß. Bei zunehmendem Drucke auf die Flüssigkeit steigt auch die Temperatur, bei der sie ins Kochen kommt,

Digitized by Google

was daher nothwendig erfolgt, weil die Vibrationen eine höhere Intensität erreichen müssen, um den erhöheten Widerstand gegen das Verdampfen der Flüssigkeit zu überwinden. Wenn dem bei dem Kochen sich entwickelnden Dampfe kein freier Raum zur Ausbreitung gewährt ist, so erreicht er bald ein Maximum der Spannung, über welches hinaus er nicht mehr steigen kann. Dieses Maximum der Spannung steigt und fällt mit der Temperatur der Dämpfe und diese Spannung ist gerade so groß, daß bei der herrschenden Temperatur die Flüssigkeit unter ihrem Drucke keine Dämpfe mehr entwickeln kann, aber auch die Dämpfe bei einer Abnahme des Volumens oder der Temperatur nicht mehr bestehen können, und deshalb theilweise zum flüssigen Zustande zurückkehren. Auch ist hier noch des ungestörten Verdampfens der Flüssigkeiten in einem Raume zu erwähnen, der schon von anderen Dämpfen oder Gasen eingenommen ist, wobei der sich verbreitende Dampf das Maximum seiner Spannung erreichen kann, wie im luftleeren Raume. Dieses erklärt sich daraus, daß bei der Vermischung der Dämpfe und Gase miteinander sie durch ihre große Zusammendrückbarkeit sich leicht auf ein kleines Volumen beschränken und sich gegenseitig Raum geben, so daß um ihre gemeinschaftliche Spannung zu finden, man zu dem kosmischen Drucke nur die Summe ihrer Ueberschüsse über denselben hinzu zu addiren hat. Ebenso aber, wie die Flüssigkeiten bei stets zunehmender Temperatur in den gasförmigen Zustand übergehen, so kehren die Dämpfe

Digitized by Google

auch bei Abnahme ihrer Vibrationsintenſitäten in den flüſſigen Zuſtand zurück; es iſt aber auch gelungen, gewöhnlich in Gasform erſcheinende Stoffe tropfbar zu machen, indem man zugleich ſie einer großen Kälte und einem ſtarken Drucke ausſetzte. Bei dem Verdampfen der Flüſſigkeiten wird ein großer Theil der Wärme darauf verwandt, die Intenſität der Vibrationen zu erhöhen. Die auf dieſe Weiſe zu der Erhöhung der Temperatur nicht beitragende Wärme wird latente Wärme genannt, und ſie wird auch bei dem Uebergange aus dem feſten Zuſtande in den flüſſigen, wenn auch in geringerem Grade abſorbirt. Ebenſo aber, wie dieſe Wärme bei dem Uebergehen der Körper in einen beweglicheren Zuſtand verſchwindet, ſo erſcheint ſie wiederum, wenn die Körper umgekehrt aus dem gasförmigen in den flüſſigen oder aus dieſem in den feſten Zuſtand übergehen, indem ſie durch die in dem neuen Zuſtande zu ſtarken Vibrationen ſo auftreten, als wären ſie von höherer Temperatur, als die anderen ſie umringenden Körper, und erwärmen dieſe folglich durch das Ausſtrahlen der Wärme. Es iſt natürlich, daß diejenigen Körper, welche bei der Veränderung des Aggregatszuſtandes eine größere Volumensveränderung erleiden, auch eine größere latente Wärme abſorbiren oder frei geben und umgekehrt. —

Mit der Beſtimmung der Abhängigkeit der allgemeinen Eigenſchaften der Körper von ihren Vibrationen iſt auch die Möglichkeit gegeben, dieſes für die Bewegbarkeit zu leiſten, d. h. zu erklären, weshalb die Größe

Digitized by Google

der stoßenden Kraft und das Volumen der gestoßenen Körper auf die ertheilte Geschwindigkeit von Einfluß sind, und weshalb auch verschiedene Körper bei gleichem Volumen von derselben Kraft verschiedene Geschwindigkeiten anzunehmen pflegen. Wir wissen bereits, daß die Bewegung eines Körpers dadurch stattfindet, daß von den durch den Stoß unmittelbar hervorgebrachten stehenden Vibrationen beständig fortschreitende Wellen ausgehen, und daß eine jede solche Welle dem Körper einen Ruck vorwärts in der Richtung seiner Bewegung ertheile. Demnach werden diese einzelnen Verrückungen stets in der Entfernung einer Dauer der sie hervorbringenden Vibrationen auf einander folgen, und die daraus resultirende Geschwindigkeit wird natürlich mit der Größe dieser Verrückungen zunehmen, und eine desto größere sein, je schneller sie sich wiederholen, je kürzer die Dauer der Vibrationen ist, folglich wird die Geschwindigkeit eines Körpers stets gleich sein dem Quotienten aus der jedesmaligen Verrückung und der Dauer der bewegenden Vibrationen. —

Da wir bereits die Abhängigkeit der Dauer der durch einen Stoß hervorgebrachten Vibrationen von der Masse des stoßenden Körper erkannt haben, so bleibt uns nur noch übrig, um die Größe der durch einen Stoß mitgetheilten Geschwindigkeit zu erklären, auch die Abhängigkeit der jedesmaligen Verrückung von den dabei wirksamen Größen zu bestimmen. Jedoch da dieses

Digitized by Google

auf theoretische Weise zu vollbringen, wohl nur auf mathematischem Wege möglich ist, so wollen wir uns damit begnügen, aus den Gesetzen des Stoßes diese Abhängigkeit der Größe der jedesmaligen Verrückung von der stoßenden Kraft und von den Eigenschaften des gestoßenen Körpers durch Rückschlüsse zu finden. Durch gleiche Kräfte werden in gleichen Körpern natürlicherweise immer Vibrationen von derselben Dauer und gleiche Verrückungen hervorgebracht, weshalb also auch die mitgetheilten Geschwindigkeiten stets gleich sind. — Wenn aber die Kräfte quantitativ verschieden sind, aber qualitativ gleich, so daß die bei dem Stoße derselben hervorgebrachten Vibrationen von gleicher Dauer sind, so folgt daraus, wenn durch solche Kräfte gleichen Körpern verschiedene Geschwindigkeit mitgetheilt werden, daß dieses durch die verschiedene Größe der Verrückungen hervorgebracht sein müsse. Nun wissen wir aber aus den Gesetzen des Stoßes, daß bei gleichbleibenden Massen der Körper die ertheilte Geschwindigkeit stets der Geschwindigkeit des stoßenden Körpers proportional sei. Hieraus folgt, daß auch die jedesmalige Verrückung zu derselben Größe in demselben Verhältnisse stehen muß. Sind dagegen die Kräfte auch qualitativ verschieden, so entsprechen den stoßenden Körpern von größerer Masse Vibrationen von längerer Dauer, wodurch die Geschwindigkeit in dem Maaße verkleinert wird, als die Dauer der bewegenden Vibrationen zu-

Digitized by Google

nimmt, und diesem entsprechend befindet sich im Nenner des Ausdruckes für die durch einen Stoß mitgetheilte Geschwindigkeit die Masse des stoßenden Körpers. Außerdem befindet sie sich in einer anderen Verbindung auch in dem Zähler desselben Ausdruckes, was deshalb als nothwendig erscheint, weil durch die größere oder kleinere Masse des stoßenden Körpers der Widerstand desselben gegen die Rückkehr der bei dem Stoße aus ihrem Orte verrückten Theile größer oder kleiner sein muß, wodurch die hervorgebrachten Verrückungen des ganzen Körpers und die mitgetheilte Geschwindigkeit gleichfalls größer oder kleiner ausfallen müssen. Die Proportionalität der Kräfte und der mitgetheilten Geschwindigkeiten gilt also bei qualitativ verschiedenen Kräften nicht, sondern die Geschwindigkeiten sind bei den Kräften von höherer Qualität verhältnißmäßig kleiner. —

Wenn hingegen *gleiche Kräfte* auf Körper von demselben Stoffe aber von verschiedenem Volumen einwirken, so verhalten sich (wie wir dies aus den Gesetzen des vollkommen elastischen Stoßes wissen) die mitgetheilten Geschwindigkeiten umgekehrt wie die Summen aus den Massen des stoßenden und gestoßenen Körpers. Da in diesem Falle bei gleichen Kräften die Dauer der bewegenden Vibrationen stets dieselbe ist, so muß folglich die Verschiedenheit der Geschwindigkeit durch die Verschiedenheit der jedesmaligen Verrückung hervorgebracht sein, und diese hängt von dem Volumen des gestoßenen Körpers insofern ab, als durch die längere oder

Digitized by Google

kürzere Dauer, welcher die Wellen bedürfen, um die Körper zu durchlaufen, die vibrirenden Theile desſelben bei ihrem Uebergange aus der Verdichtung in die Verdünnung mehr oder weniger bis zu ihrem früheren Orte zurückkehren werden, ſo daß durch die Verſchiedenheit des Volumens und durch die Verſchiedenheit der Zeit, welche erforderlich iſt, um einen Körper aus ſeinem Orte zu verrücken, auch dieſe Verrückung ſelbſt eine verſchiedene wird, und mit ihr auch die mitgetheilte Geſchwindigkeit. —

Endlich iſt die Verſchiedenheit der Geſchwindigkeiten, welche durch gleiche Kräfte Körpern von gleichen Volumen aber von verſchiedenen Stoffen mitgetheilt werden, dadurch bedingt, daß in ihnen einestheils durch dieſelben Kräfte wegen des verſchiedenen Elaſticitätsmoduls Vibrationen von verſchiedener Dauer hervorgebracht werden, anderentheils aber auch dadurch, daß die jedesmaligen Verrückungen verſchieden ſein mögen. Obwohl nun in Körpern mit einem größeren Elaſticitätsmodul durch einen Stoß Vibrationen von kürzerer Dauer hervorgebracht werden, wodurch die Geſchwindigkeit erhöht werden müßte, ſo iſt es von anderer Seite wahrſcheinlich, daß in dieſen Körpern auch die Verrückungen durch die Wirkung des größern Elaſticitätsmodul verkleinert werden, weil ſeine Wirkung eine ſolche auf die Amplitude der Vibrationen iſt. Demnach ſchiene es aber, als ob dieſe beiden Einwirkungen ſich aufheben müßten und alle Körper bei gleichem Volumen von derſelben Kraft die-

Digitized by Google

ſelbe Geſchwindigkeit erhalten. Jedoch ebenſo wie die Größe des Volumens durch die zu der Mittheilung des Stoßes gebrauchten Zeit verkleinernd auf die Geſchwindigkeit wirkt, ſo wird dieſe auch bei Körpern von verſchiedenen Stoffen von der Zeit abhängen, welche erforderlich iſt, um den Stoß in einem gleichen Volumen derſelben zu verbreiten — von der Fortpflanzungsgeſchwindigkeit der Wellen; ſo daß diejenigen Stoffe, bei denen dieſe eine größere iſt, auch eine größere Bewegbarkeit beſitzen, und umgekehrt. — Körper von verſchiedenen Stoffen verhalten ſich demnach bei gleichem Volumen ſo, wie andere Körper aus demſelben Stoffe bei verſchiedenem Volumen; ſie verhalten ſich ſo, als ob in demſelben Volumen verſchiedene Quantitäten Materie enthalten ſeien, wie in Körpern aus demſelben Stoffe dieſes bei verſchiedenen Volumen iſt. Die verſchiedenen Körper haben eine verſchiedene Dichtigkeit. — Die Dichtigkeit iſt der verſchiedenen Bewegbarkeit der Körper bei gleichem Volumen und gleichen Kräften umgekehrt proportional. — Die verſchiedene Bewegbarkeit der verſchiedenen Stoffe hängt aber von der verſchiedenen Fortpflanzungsgeſchwindigkeit der Wellen in denſelben ab. — Es wäre demnach hier erforderlich, eine ausführliche Unterſuchung über die Fortpflanzungsgeſchwindigkeit der Wellen in den Körpern anzuſtellen, wenn man die Bewegbarkeit und die Dichtigkeit in ihrer Abhängkeit von den weſentlichen Vibrationen der Körper oder von ihrer Spannungsmaſſe begründen wollte. Jedoch dieſes läßt ſich wohl nur

Digitized by Google

mit Erfolg auf mathematische Weise vollbringen, und darum wollen wir hier auf einen Umstand aufmerksam machen, der uns schneller zum Ziele führt. —

Wir haben bereits dessen erwähnt, daß die Körper durch ihre Bewegungen ihr inneres Wesen offenbaren. Wenn wir diesen Satz in seiner vollen Bedeutung gelten lassen, so wird es uns höchst wahrscheinlich, daß die Dichtigkeit der Körper stets ihrer Spannungsmasse gleich sei. — Und allerdings die mechanische Kraft, welche durch einen sich bewegenden Körper repräsentirt wird, ist stets dem Produkte aus seiner Masse und seiner Geschwindigkeit gleich. Ebenso wird dem entsprechend die Spannung in dem Körper durch das Produkt aus seiner Spannungsmasse und seiner Spannungsgeschwindigkeit ausgedrückt. — Die Spannungsmasse vertritt demnach in dem Ausdrucke für die repulsive Kraft der Materie in einem Körper die Stellung der Masse desselben in dem Ausdrucke der von ihm repräsentirten Kraft. — Die Masse eines Körpers, unabhängig von seinem Volumen betrachtet — ebenso wie es die Spannungsmasse ist — ist gleich seiner Dichtigkeit. — Wenn wir nun den Satz: daß die Materie durch ihre Bewegung uns ihr Wesen selbst enträthsele, gelten lassen, so wird es höchst wahrscheinlich, daß sie durch ihre Bewegbarkeit uns die Größe ihrer Spannungsmasse offenbare, und daß wir sie der Dichtigkeit gleich und der Bewegbarkeit folglich umgekehrt proportional setzen können. — Ebenso werden wir auch die unveränderliche Körpermasse, die Quantität der

Spannungsmasse in einem bestimmten Volumen, der Masse der Körper dem Produkte aus Dichtigkeit und Volumen gleich setzen können. — Zur Bestätigung dieser allerdings hier blos hypothetisch aufgestellten Behauptungen können wir anführen, daß diejenigen Körper, welche uns empirisch als von größerer Dichtigkeit bekannt sind, auch in den anderen Eigenschaften sich einer größeren Spannungsmasse entsprechend zeigen. — Ferner verhält sich die Spannungsmasse bei Volumensveränderungen auch wie die Dichtigkeit, indem sie stets dem Volumen desselben Körpers umgekehrt proportional ist, während die Körpermasse ebenso wie die Masse eines Körpers stets unveränderlich bleibt. Endlich ist die Spannungsmasse die Summe aller Vibrationsmassen in einem Körper, und die Vibrationsdauer verhält sich in demselben Körper stets der Quadratwurzel aus der ihr entsprechenden Vibrationsmasse proportional. — Ebenso ist die Dauer der Schallvibrationen, wenn man verschiedene Gase in einer Röhre tönen läßt, stets den Quadratwurzeln aus ihren Dichtigkeiten proportional. — Demnach erscheint die Spannungsmasse und die Dichtigkeit der Körper stets als einander entsprechend; dieses wird noch mehr hervorgehen bei der Erklärung der Schwere der Körper und durch die Möglichkeit, die uns gewährt wird, die Aequivalentengewichte theoretisch zu bestimmen. —

Wenn die Körper zur Erdoberfläche fallen, oder wenn die Weltkörper zu einander gravitiren, so geschieht dieses in Folge eines Strebens, sich zu

Digitized by Google

einander zu bewegen. — Versuchen wir dieses Streben zu erklären. — Wir wissen, daß alle Vibrationswellen sich in der Materie nach dem Huygheu'schen Principe fortpflanzen, d. h. daß ein jeder Punkt als der Mittelpunkt eines besondern Wellensystems betrachtet werden kann, und daß dieses Wellensystem, indem es nach allen Seiten fortschreitet, zu den Vibrationsbewegungen aller anderen Punkte beiträgt, so daß ein jeder Punkt in Wechselwirkung mit allen anderen Punkten des unendlichen Raumes ist. — Ferner wissen wir, daß in einem homogenen Medium alle Punkte gleiche Vibrationen nach allen Seiten aussenden, gleichförmig zu den Vibrationsbewegungen aller andern Punkte beitragen, so daß die hervorgebrachten stehenden Wellen und die Spannung überall gleich sind. Wenn nun aber in diesem Medium ein von ihm verschiedener Körper sich befindet und von einem bestimmten Volumen ist, so werden alle die Wellensysteme, welche von den Punkten des Raumes, den er jetzt einnimmt, ausgingen, nun ausbleiben. Dadurch muß aber die Gleichförmigkeit der Vibrationsbewegungen aller Punkte gestört werden, und ebenso wie bei den Beugungserscheinungen des Lichtes durch das Aufhalten eines Theiles der Lichtwelle eine Schwächung in der Intensität des Lichtes hervorgebracht wird, so wird auch um einen in einem homogenen Medium sich befindenden Körper eine Schwächung der Vibrationen aller Punkte, mit ihr eine Abnahme der Spannung eintreten, welche sich mit der Entfernung von dem Körper allmälig verlieren wird,

Digitized by Google

indem das Ausbleiben einiger Wellensysteme mit der Entfernung wegen der Abnahme der Intensität ihrer Vibrationen weniger wirksam wird. Demnach müssen wir uns vorstellen, daß ein jeder Körper, wenn er von irgend einem Medium umringt ist z. B. von Luft oder Wasser, um sich herum eine Schwächung ihrer Spannung hervorbringt, welche wohl mit der Entfernung von ihm abnimmt, aber sich dennoch ins Unendliche erstrecken kann. Außerdem wissen wir aber auch, daß ein jeder Körper von sich aus fortschreitende Wellen aussendet, welche um ihn herum eine Art Atmosphäre bilden und zur Erhöhung der Spannung des umringenden Medium beitragen. Je nachdem nun, ob die eine oder die andere Wirkung des Körpers die überwiegende ist, muß die Spannung der Materie um ihn herum erniedrigt oder erhöhet werden; Beides aber mit der Entfernung abnehmen. — Dieses gilt von jedem Körper. — Stellen wir uns nun zwei solche Körper von demselben Medium, welches den Bewegungen keine bedeutende Hindernisse entgegenstellt, umringt vor, und setzen wir voraus, daß beide die Spannung desselben um sich erhöhen, so müssen diese Wirkungen zwischen den beiden Körpern sich unterstützen, so daß zwischen ihnen die Spannung größer sein wird, als nach anderen Seiten. — Die Folge davon muß aber sein eine Bewegung dieser Körper von einander. Wenn aber die beiden Körper die Spannung um sich herum erniedrigen, so werden diese Wirkungen auch zwischen ihnen sich unterstützen,

Digitized by Google

so daß die Spannung zwischen ihnen schwächer sein wird, als nach anderen Seiten — und es muß eine Bewegung der Körper zu einander eintreten. So wäre denn die so lange unerklärbar geglaubte Gravitation der Weltkörper zu einander und die Schwere der Körper auf der Erde erklärt. — Die Weltkörper gravitiren zu einander, weil sie durch ihre gemeinschaftliche Wirkung die Spannung des Weltäthers zwischen sich mehr erniedrigen, als nach anderen Seiten, wie dieses schon Newton ahnungsvoll ausgesprochen hat. — Die Körper fallen zur Erdoberfläche, weil durch ihre gemeinschaftliche Wirkung mit der Erde die Spannung der Luft in der Richtung zum Mittelpunkte derselben mehr geschwächt wird, als nach andern Seiten. — Die leichten Körper steigen aber im Wasser und der Aerostat in den Lüften, weil sie die Spannung um sich herum erhöhen. — Daß die Schwere der Körper ihrem Volumen proportional ist, erklärt sich daraus, daß, da die Schwächung der Spannung durch das Ausbleiben der Wellensysteme aus dem von dem schweren Körper eingenommenen Raume bewirkt wird, sie für jeden Punkt desselben um ein Bestimmtes abnehmen und folglich dem Volumen des Körpers proportional sein muß, mit ihr aber auch das Uebergewicht der Spannung der Luft auf der anderen Seite — die zur Erde treibende Kraft — die Schwere oder das Gewicht der Körper. — Außerdem ist aber die Schwere der Körper ihrer Dichtigkeit proportional. — Dieses kommt von der größeren oder kleineren Spannung der

Digitized by Google

einen Körper umringenden Atmosphäre fortschreitender Vibrationen her. — Je größer seine Dichtigkeit ist, desto größer seine Spannungsmasse, desto kleiner die Intensität seiner stehenden Vibrationen wie die der fortschreitenden in seiner Atmosphäre, desto größer die Schwächung der Spannung um ihn, durch den kleinern Ersatz derselben, desto größer die zur Erde treibende Kraft, desto größer die Schwere. — Wenn aber das Streben der Körper zu einander ihrem Volumen und ihrer Dichtigkeit proportional ist, so ist es auch ihrer Masse, und somit wäre das erste Gesetz der Gravitationstheorie in unserem Systeme begründet. — Daß aber dieses Streben der Körper zu einander dem Quadrate ihrer Entfernung von einander umgekehrt proportional ist, ist durch die Abnahme der Schwächung der Spannung mit der Entfernung bedingt, und befolgt dabei ein Gesetz, welches bei allen Wirkungen der fortschreitenden Vibrationen seine Geltung hat, und folglich als eine Bestätigung unserer Erklärungen betrachtet werden kann. — Endlich sind alle anderen, von der Schwere abhängigen Erscheinungen, durch unsere Erklärung derselben ebenso, wie bei der Annahme einer Anziehungskraft der Erde begründet. Daß die Luft oder ein anderes Medium es vermögen durch eine Verschiedenheit der Spannung, den Körpern Bewegungen zu ertheilen, wird empirisch bestätigt, und kann für Denjenigen, der erkannt hat, daß die Spannung der Luft eine ebenso große ist, als die der andern Körper, nicht mehr un-

begreiflich erscheinen. Da die fortschreitenden Vibrationen alle Körper zu durchdringen vermögen, so äußert sich die Schwere der Körper ebenso gut, wenn sie in der Luft frei schweben und durch qualitativ gleiche, aber quantitativ ihren Massen proportionale Kräfte, in einer beschleunigten Bewegung gleich schnell zur Erde getrieben werden, als auch dann, wenn sie einen ihrem Gewicht gleichen Druck auf ihre Unterlage ausüben. Ebenso ist aber durch die Schwere der Luft die Größe des atmosphärischen Druckes bestimmt; das Archimedische Gesetz, wonach das Gewicht eines in eine Flüssigkeit eingetauchten Körpers um so viel abnimmt, als die von ihm verdrängte Flüssigkeit wiegt, begründet; die Capillaritätserscheinungen, durch die Einwirkung der festen Körper auf die Spannung der sie umringenden Luft erklärt; ebenso wie früher die Möglichkeit gestattete, durch die aus den Gestirnen erkannte Ablenkung des Bleilothes in der Nähe eines Berges, durch die Pendelschwingungen und diejenigen eines horizontalen Hebels die Dichtigkeit der Erde zu bestimmen; die ihre Oceane durchlaufende Ebbe und Fluth in ihrer Abhängigkeit von der Sonne und dem Monde zu berechnen, mit einem Worte, es treten durch die Erklärung des Strebens der Körper zu einander alle mathematischen Bestimmungen, welche von der gegenseitigen Anziehung der Körper ausgingen, in unser System ein, und finden in demselben die erforderliche Begründung. —

Obwohl wir das den Massen direct und dem Quadrate der Entfernung umgekehrt proportionale Streben

der Weltkörper, sich zueinander zu bewegen, erklärt haben und somit die Gravitationstheorie als in unserer Erkenntniß begründet ansehen können, so gelten dennoch in der gegenwärtigen Astronomie einige Voraussetzungen, welche mit unseren Bestimmungen im Widerspruche sind. So werden in vielen Lehrbüchern die Weltkörper als im leeren Raume sich bewegend angenommen, indem vielen derselben sogar jede Atmosphäre abgesprochen wird, während bei solchen, bei denen man sich gezwungen sah, wie bei der Erde, der Sonne und den Planeten, eine gasförmige Umhüllung anzunehmen, derselben in ihrer ganzen Höhe eine gleiche Umdrehungszeit mit dem festen Kerne des Weltkörpers zugeschrieben wird und ihr in Folge dessen durch die Schwungkraft Grenzen gesetzt, über die hinaus die Räume entweder leer oder, wie das Verkürzen der Umlaufszeit der Enckeschen Kometen und die Lichttheorie es erfordern, von einem ruhenden Weltäther erfüllt sein sollen. — Nun kann es aber unserer Erkenntniß nach weder leere Räume noch ruhende Materie geben. — Das ausschließliche Vorherrschen der elliptischen, in sich geschlossenen Bahnen bei den Bewegungen der Weltkörper deutet auf eine Nothwendigkeit derselben hin. Nun kann aber die Entstehung dieser Bewegungen — wenn man berechtigt ist, eine solche anzunehmen — nicht anders gedacht werden, als mit einer vorhergehenden Störung in dem Gleichgewichte der Spannung der Materie, welche auf die Weise hat stattfinden können, daß eine Abnahme derselben in einem bestimmten Raume eintrat. Die Folge

davon mußte ein Hereinſtürzen der Materie von allen Seiten in dieſen geſchwächten Raum hinein ſein; ein Zuſammenſtoß derſelben in dem Mittelpunkte erfolgen, und daraus die Entſtehung einer Rotationsbewegung in einer beſtimmten Ebene, wie wir dieſes noch jetzt an den Waſſerſtrudeln und an den Wirbelwinden ſehen, hervorgehen. — Alle Materie müßte in dieſe Bewegungen hineingezogen werden und ungeheure Tourbillonen bilden, bei denen das Quadrat der mittleren Geſchwindigkeit eines jeden Punktes — wie es mathematiſch nachgewieſen werden kann — der Entfernung von dem Rotationsmittelpunkte umgekehrt proportional ſein müßte, ein Geſetz, das für alle Planeten unſeres Sonnenſyſtems gilt und in dem dritten Kepplerſchen Geſetze enthalten iſt, welches lautet: für verſchiedene Planeten verhalten ſich die dritten Potenzen der mittleren Halbmeſſer ihrer Bahn wie die Quadrate ihrer Umlaufszeiten. — Auf dieſe Weiſe mögen ſich alle Bewegungen um ihre Rotationsmittelpunkte gebildet haben. — Der Mittelpunkt desjenigen Wirbels, welcher die größte Winkelgeſchwindigkeit in einer beſtimmten Entfernung von ihm aus beſitzt, könnte mit Recht als der Mittelpunkt der Welt betrachtet werden. — Indem die ſämmtliche Materie ihren Umlauf um denſelben nach einer Richtung hin vollbringt, können zugleich andere Wirbel entſtanden ſein, von denen der eine unſere Fixſternenwelt umfaßt mit ſeinem wahrſcheinlichen Centrum in der Alcyone der

Digitized by Google

Pleyaden. — Dieser Wirbel enthält wieder andere kleinere in sich, deren Mittelpunkte wohl in einem jeden Fixsterne zu suchen sind, und von denen einer unser Planetensystem ist mit seinem Mittelpunkte in der Sonne. — Endlich dieser Wirbel enthält noch kleinere in sich mit ihren Mittelpunkten in den Planeten. — Die Wirkung aller dieser Wirbel erstreckt sich ins Unendliche, so daß jeder Punkt des unendlichen Raumes den Bewegungen aller dieser Tourbillonen zu folgen hat und folglich eine aus allen diesen Bewegungen resultirende Bahn beschreiben wird. — In den Zeiten, in denen die Materie durch ihre hohe Temperatur noch sämmtlich in einem gasförmigen Zustande gewesen sein mag, können alle Bewegungen blos in solchen Wirbeln bestanden haben, allmälig aber durch den Erkaltungsprozeß, der unwiderleglich an der Erde bewiesen ist, ging die Materie aus dem gasförmigen in den flüssigen und in den festen Zustand über, die einzelnen flüssiggewordenen und erstarrten Theile vereinigten sich durch ihr Streben zu einander um die Rotationsmittelpunkte zu größern Massen, und bildeten die um ihre Axen rotirenden Weltkörper, wie wir sie jetzt wahrnehmen. Die Bewegungen dieser Weltkörper werden gegenwärtig durch ihr Streben zu einander und durch das ihnen innewohnende Streben zu einer gleichförmigen Bewegung in gerader Linie geregelt, und da ihre Geschwindigkeiten, so wie die der Monde, dasselbe Gesetz mit der Entfernung von dem Rotationsmittelpunkte, wie der im Wirbel noch jetzt sich bewegende Weltäther befolgen, so kann von diesem kein

Digitized by Google

Hinderniß gegen ihre in derselben Richtung erfolgende Bewegung hervorgehen, und nur bei den Kometen, besonders bei den rückwärtslaufenden, kann er von Wirkung sein und hat sich auch bereits als solcher erwiesen, durch das schon erwähnte Verkürzen der Umlaufszeit des Enkeschen Kometen. — Ebenso aber hat die Atmosphäre der Weltkörper keine gleiche Umdrehungszeit in verschiedenen Höhen, sondern die Quadrate ihrer Geschwindigkeiten müssen sich umgekehrt verhalten wie die Entfernungen von dem Rotationsmittelpunkte, und deshalb wird ihr keine Grenze gesetzt durch die Schwungkraft, sondern sie erstreckt sich ins Unbestimmte und geht allmälig in den Weltäther über, der eine dem kosmischen Drucke gleiche Spannung besitzt, während die Gewichte der einzelnen Schichten der Atmosphäre von ihrem Weltkörper aus gerechnet eine unendliche convergirende Reihe bilden, deren Summe bei der Erde dem athmosphärischen Drucke gleich ist. — Demnach erkennen wir den ganzen unendlichen Raum als mit Materie erfüllt und alle Materie als bewegt, — denn Bewegung ist ihr Wesen. —

Digitized by Google

Fünftes Kapitel.

Von dem Streben der Körper ihre Vibrationen auszugleichen.

Jede *stehende* Welle hat das Streben, in eine *fortschreitende* überzugehen, und wird nur durch die Knotenpunkte oder durch andere feste Punkte daran verhindert. Eben dasselbe müssen wir auch bei den stehenden Wellen der Materie voraussetzen. Die an der Berührungsfläche zweier Körper sich befindenden stehenden Wellen werden ins Innere der Körper durch einen festen Knotenpunkt begrenzt sein, nach Außen aber durch den gegenseitigen Widerstand dieser Körper. — Wenn nun dieser nicht hinlänglich groß ist, um diese Wellen als stehende zu erhalten, und mit ihnen auch die Körper in ihrer Unveränderlichkeit, so müssen die stehenden Wellen von der Berührungsfläche an, eine nach der anderen, in fortschreitende Wellen übergehen und sich in dem anderen Körper

Digitized by Google

fortpflanzen. — Die Körper lösen sich ineinander auf. — Diese fortschreitenden Wellen werden bei der ersten Reflexion sich wieder in stehende verwandeln, nur mit dem Unterschiede, daß sie nicht mehr getrennt in verschiedenen Körpern stattfinden, sondern zusammen in demselben Raume. Die beiden sich berührenden Körper sind eine chemische Verbindung eingegangen, sie sind ineinander übergegangen, haben sich gegenseitig ihre Vibrationen mitgetheilt, haben sich dadurch modificirt, und zuletzt allen Unterschied zwischen sich aufhebend, haben sie sich zu einem dritten in sich homogenen Körper vereinigt, der von seinen beiden Bestandtheilen verschieden ist. Die heterogenen Stoffe gehen in einer chemischen Verbindung unter, verlieren ihre speciellen Eigenschaften und nehmen diejenigen ihrer Verbindung an. Sie sind in demselben Raum verbreitet und besitzen nothwendig auch einen und denselben Elasticitätsmodul. Nun wissen wir aber, daß die Dauer der Vibrationen stets der Quadratwurzel aus dem Quotienten der Vibrationsmasse und des Elasticitätsmoduls proportional ist. Die Vibrationsdauer ist stets eine unveränderliche. Darum müssen auch die Vibrationsmassen, mit denen die Stoffe in der chemischen Verbindung enthalten sind, in einem ihrer Vibrationsdauer entsprechenden Verhältnisse zu dem Elasticitätsmodul sein. Die Summe der Vibrationsmassen ist aber der Spannungsmasse der Stoffe gleich. Die Spannungsmasse haben wir aber der

Digitized by Google

Dichtigkeit der Körper gleichgesetzt. Auf diese Weise sehen wir, wie durch das Gesetz, welches Vibrationsdauer, Vibrationsmasse und Elasticitätsmodul an einander bindet, die Dichtigkeit, mit der die Körper die Verbindung eingehen und durch sie bei bestimmten Volumen die relativen Quantitäten der Stoffe in derselben — die Aequivalentengewichte bestimmt werden können. —

Demnach können wir uns erklären, weshalb eine bestimmte Quantität eines Stoffes nur mit einer anderen bestimmten Quantität eines anderen Stoffes eine chemische Verbindung eingehen kann. — Nehmen wir z. B. den Sauerstoff und den Wasserstoff. — Sie vereinigen sich in dem Gewichtsverhältnisse von 8 zu 1 zu Wasser, und dieses bedeutet, daß nur bei diesem Verhältnisse die von ihrer Dichtigkeit in der Verbindung abhängigen Vibrationsmassen in einem der Dauer der Vibrationen entsprechenden Verhältnisse zu dem Elasticitätsmodul sind. Jede zukommende Quantität des einen oder des anderen Stoffes würde durch die Zunahme der Vibrationsmassen bei dem bestimmten Elasticitätsmodul eine andere Dauer der Vibrationen erfordern, was bei der Unveränderlichkeit derselben unmöglich ist. — Dieses Beispiel gilt für die Verbindung aller Stoffe mit einander. —

Die großen Veränderungen jedoch, welche bei der Verbindung des Sauerstoffs und des Wasserstoffs zu Wasser mit beiden vorgehen, indem sie aus dem gasförmigen in den flüssigen Aggregatszustand übergehen, deuten darauf hin, daß eine große Zunahme der

Digitized by Google

Spannungsmaſſen ſtattfindet, welche wiederum eine Abnahme der Spannungsgeſchwindigkeit und der Vibrationsintenſitäten bedingt. Jedoch da eine plötzliche Abnahme der Vibrationsintenſitäten nicht möglich iſt, ſo kann dieſe Erſcheinung nur folgendermaßen erklärt werden. Vorausgeſetzt, daß der Sauerſtoff und der Waſſerſtoff einfache Stoffe ſind, ſo wiſſen wir doch, daß ſie nicht blos Vibrationen von einer Dauer haben, ſondern daß ihre Grundvibrationen noch von anderen Vibrationen begleitet werden, deren Dauer und Wellenlänge ſich als Submultipla zu der Dauer und Wellenlänge der Grundvibrationen verhalten. Jeder dieſer Vibrationen entſpricht eine Vibrationsmaſſe und es iſt ſehr wohl denkbar, daß ſie nicht alle gleichzeitig in einem ihrer Vibrationsdauer entſprechenden Verhältniß zu dem Elaſticitätsmodul in Verbindung treten können, wodurch einige Vibrationen in der Verbindung unmöglich werden und zerſtört werden müſſen. Das Geſetz, welches die Vibrationsmaſſe, die Vibrationsdauer und den Elaſticitätsmodul aneinander bindet, tritt hier als ein Hinderniß gegen das fernere Beſtehen einiger Vibrationen auf, ebenſo wie die ſtehenden Vibrationen an einer Saite ſogleich zerſtört werden, wenn man dieſe an einer anderen Stelle als an einem Knotenpunkte berührt. Wenn aber bei der Verbindung des Sauerſtoffs und des Waſſerſtoffs einige Vibrationsſyſteme dieſer Stoffe in ihrer Verbindung ganz verſchwinden, ſo fällt der Antheil derſelben an der Spannung weg, und es muß eine Abnahme des Volu-

Digitized by Google

mens und eine Zunahme der Spannungsmasse erfolgen, wie dieses auch durch die Eigenschaften des Wassers erfordert wird. — Auf ähnliche Weise werden wir aber auch erklären können, wie es möglich sei, daß bei dem bestimmten Verhältnisse der Vibrationsmassen zu dem Elasticitätsmodul die Stoffe nicht nur Verbindungen zu einem Aequivalente eingehen, sondern daß ein Aequivalent eines Stoffes sich mit zwei, drei ꝛc. Aequivalenten eines anderen Stoffes vereinigen könne. Wir wissen, daß einfache Stoffe Vibrationen besitzen, deren Wellenlängen und Dauer sich wie Multipla und Submultipla zu einander verhalten. — Ferner wissen wir, daß in einer chemischen Verbindung einige dieser Vibrationssysteme zerstört werden können; je nachdem nun welche von diesen Vibrationen vernichtet werden, kann ein Stoff eine Verbindung mit einem anderen Stoffe eingehen, indem er in dieselbe mit Vibrationen von bestimmter Dauer eintritt, oder mit einer doppelten, dreifachen, vierfachen ꝛc. — Jeder Dauer wird aber eine Verbindung bei verschiedenen quantitativen Verhältnissen entsprechen können. — Die Vereinigung zweier Stoffe zu einem Aequinalente haben wir bereits erklärt; wenn nun aber der eine Stoff mit zwei Aequivalenten in die chemische Verbindung eintritt, so ist das Verhältniß seiner Spannungsmasse und seiner Vibrationsmassen zu dem Elasticitätsmodul nicht mehr dasselbe wie in der Verbindung zu einem Aequivalente, und wir müssen annehmen, da das Volumen beider Verbindungen oft wenig von einander verschieden ist, besonders wenn dieser Be-

Digitized by Google

ſtandtheil der Sauerſtoff iſt, daß das Verhältniß der Vibrationsmaſſe zu dem Elaſticitätsmodul der neuen Verbindung ein ſolches iſt, daß die Wurzel aus ihrem Quotienten, welche der Dauer der Vibrationen proportional iſt, eine doppelt ſo große iſt, als wie bei der Verbindung zu einem Aequivalente, wodurch eine chemiſche Verbindung mit einer doppelt großen Vibrationsdauer möglich gemacht wird. — Auf ähnliche Weiſe kann man ſich die Verbindung eines Aequivalentes eines Stoffes mit drei, vier, fünf Aequivalenten eines anderen Stoffes erklären. —

Es würde uns zu weit führen, wenn wir alle einzelnen Fälle hier unterſuchen wollten; ſtets muß aber bei der Verbindung einfacher oder zuſammengeſetzter Körper das Geſetz erfüllt ſein, daß die Vibrationsmaſſen in einem der Vibrationsdauer entſprechenden Verhältniſſe zu dem Elaſticitätsmodul ſeien, wodurch die Dichtigkeit der Stoffe in der Verbindung und die Aequivalentengewichte beſtimmt werden, und es iſt nicht zu verkennen, daß das Zertheilen der ſtehenden Wellen in zwei, drei, vier ꝛc. kleinere Wellen, welche alle mit einer entſprechenden Dauer vibriren und das Vereinigen der Stoffe nur nach ganzen Aequivalentengewichten eine Analogie zeigen, welche deutlich darauf hinweiſen, daß man die Erklärung der einen Erſcheinung in der anderen ſuchen muß.

Wir ſind jetzt auch in den Stand geſetzt, eine chemiſche Verbindung von einer bloßen Miſchung der Körper und von einer Auflöſung zu unterſcheiden. — In einer

Digitized by Google

Mischung müssen die Körper, obwohl in einander vertheilt, aber doch noch räumlich von einander getrennt sein, so daß jeder seinen Elasticitätsmodul für sich hat, und folglich die Mischung in jedem beliebigen Verhältnisse stattfindet. — Haben solche Stoffe ein Streben, *sich chemisch* zu verbinden, so geschieht es im Verhältnisse der Aequivalentengewichte, so daß, wenn ein Ueberfluß des einen Stoffes stattfindet, die neu entstandene Verbindung mit demselben eine Mischung eingeht. — Hierzu sind die Auflösungen der Salze in den Flüssigkeiten zu rechnen. In einer gesättigten Flüssigkeit findet eine chemische Verbindung derselben mit dem aufgelösten Salze statt, so daß das übrigbleibende Salz ausgeschieden wird; wenn aber die Auflösung noch nicht ihre Sättigungspunkte erreicht hat, so ist sie eine Mischung von gesättigter Flüssigkeit und solcher, welche noch kein Salz enthält, und folglich noch fähig ist, denselben aufzunehmen. —

Wir haben hier die aus der Theorie hervorgehenden Bedingungen festgestellt, welche erfüllt sein müssen, damit eine chemische Verbindung zweier Stoffe eintreten könnte. — Wenn aber die Stoffe sich zu einander so verhalten, daß sie keine Verbindung mit einander eingehen, und folglich keine gegenseitige Mittheilung der Vibrationen stattfindet, sondern die stehenden Wellen jedes Körpers als solche erhalten werden, so muß nichtsdestoweniger das Streben der Körper, ihre Vibrationen sich gegenseitig mitzutheilen und auszugleichen, bestehen, ebenso wie eine Kraft einem befestigten Körper keine Bewegung ertheilen

Digitized by Google

kann, aber ein Streben dazu. — Suchen wir die theoretischen Consequenzen, welche aus dem Streben der Körper, ihre Vibrationen auszugleichen, wenn dieses Streben nicht befolgt werden kann, hervorgehen, zu bestimmen. —

Obwohl nach den vorgeschriebenen Bedingungen die Ausgleichung der Vibrationen zweier heterogenen und sich berührenden Körper als nicht zu Stande kommend betrachtet werden soll, so hat dieses dennoch keine Geltung für die Berührungsfläche dieser Körper. Diese Fläche kann ebensogut als dem einen wie dem anderen Körper angehörig betrachtet werden, und als solche muß sie die Vibrationen beider besitzen. Nun ist uns aber bekannt, daß zwei Bewegungen sich niemals gegenseitig stören, sondern nur dazu beitragen, eine gemeinschaftliche Resultirende hervorzubringen; demnach werden auf der Berührungsfläche zweier Körper die Vibrationen beider stattfinden, das heißt, auf derselben wird die Ausgleichung der Vibrationen eintreten, welche die Körper in ihrer chemischen Verbindung zu erreichen streben. Allein die Modification der Vibrationsbewegungen, welche durch diese Ausgleichung eintritt, können wir auch nicht auf die Berührungsfläche beschränken. Da durch die Ausgleichung der Vibrationen auf der Berührungsfläche eine Modification derselben eintritt, so wird sich diese Wirkung wenigstens bis auf die Tiefe einer Vibrationsamplitude erstrecken, und es ist natürlich, daß die Vibrationen der an der Berührungsfläche nahe liegenden Theile auch durch

Digitized by Google

die auf derselben eingetretene Modification der Vibrationsbewegungen in den ihrigen theilweise gestört und abgeändert werden müssen. Jedoch um der Bedingung der Unveränderlichkeit der Körper zu genügen, müssen wir annehmen, daß diese Modification der Vibrationen sehr rasch in's Innere der Körper abnehme. Darnach werden die an der Berührungsfläche zweier Körper liegenden Theile derselben die Ausgleichung ihrer Vibrationen stets erreichen, die tiefer liegenden Theile aber, auf die sich die gegenseitige Einwirkung der Körper erstrecken wird, werden blos eine Modification ihrer Bewegungen erleiden, und wir werden zwei Arten von modificirten Vibrationen zu unterscheiden haben, weil die Vibrationen beider Körper schon vor der Berührung in ihrer Dauer und Zusammensetzung verschieden sind und so lange verschieden bleiben, bis daß auf der Berührungsfläche eine vollständige Ausgleichung derselben eintritt. — Betrachten wir nun unsere Erfahrung, so finden wir, daß die diesen Erkenntnißsätzen entsprechende Erscheinung, welche durch die Berührung zweier heterogenen Körper, die keinen chemischen Proceß mit einander eingehen können, hervorgebracht wird, die Entwickelung der Electricität durch Contact ist. Um sogleich in dem Streite der Contacttheorie und derjenigen, welche von der Behauptung ausgeht, daß eine jede Electricitätsentwickelung blos die Folge vorhergegangener chemischer Wirkung sei, Partei zu nehmen, erinnere ich hier an den Volta'schen Fundamentalversuch, bei dem von der bloßen

Berührung zweier Metalle eine Electricitätsentwickelung ſtattfindet, und an alle die galvaniſchen Ketten, bei denen vor der Schließung auch nicht die Spur einer chemiſchen Zerſetzung ſtattfindet, und die nichtsdeſtoweniger einen Strom liefern, wenn ſie geſchloſſen ſind. — Weit davon, daß ein chemiſcher Proceß der Electricitätsentwickelung vorangehen müſſe, iſt vielmehr die Folge oft gerade umgekehrt beobachtet worden, indem der chemiſchen Verbindung zweier Körper eine Electricitätsentwickelung vorangeht, die ſogleich aufhört, ſobald der chemiſche Proceß wirklich eingeleitet wird. Wenn aber auf dieſe Weiſe die Entwickelung der Electricität auch ſchon empiriſch als eine Einleitung des chemiſchen Proceſſes erſcheint, ſo haben wir völlig auf theoretiſche Weiſe dieſe Bedeutung in ihr erkannt, indem wir die Electricität als eine Erſcheinung auffaßten, welche durch die Verhinderung zweier heterogenen und ſich berührenden Körper ihre Vibrationen auszugleichen, d. h. eine chemiſche Verbindung einzugehen, hervorgerufen wird. — Die Uebereinſtimmung der in zwei Körpern gegenſeitig modificirten Vibrationen und der Electricität beſchränkt ſich nicht allein darauf, daß ſie beide einigermaßen als Conſequenzen der Berührung zweier heterogenen Körper ſind, ſondern die Electricität entſpricht dieſem vollſtändig. — So erſcheint ſtatt unſeres Strebens der Körper, ihre Vibrationen auszugleichen, in der experimentalen Phyſik die ſogenannte *electromotoriſche Kraft*, welche, wie die Phyſiker ſagen, die beiden Electricitäten trennt, oder wie

Digitized by Google

wir sagen, welche die Vibrationen modificirt. Ferner entsprechend den zwei Arten von modificirten Vibrationen haben wir zwei Electricitäten, von denen die eine in dem einen und die andere in dem anderen Körper sich entwickelt, und auch nicht, wie die früheren Physiker es meinten, von der Berührungsfläche hinweggetrieben wird, sondern, wie es mittels des Rosenbergischen Electroscops nachgewiesen werden kann, an die Berührungsfläche beider Körper gebunden ist, das heißt: die modificirten Vibrationen haben an der Berührungsfläche ihre Ausgleichung erreicht, wodurch sie ihre electrischen Eigenschaften verloren haben und deshalb als sich gegenseitig neutralisirend, als gebunden erscheinen, während die modificirten Vibrationen der tiefer liegenden Schichten der Körper frei sind, auf der Oberfläche der beiden sich berührenden Körper durch Leitung sich verbreiten, und als solche die freie Electricität hervorbringen, welche die in Berührung sich befindenden Electromotoren stets an ihrer Oberfläche zeigen. Es beschränkt sich jedoch der Beweis, daß die Electricität die Wirkung von Vibrationen sei, nicht allein auf die vollständige Uebereinstimmung unserer theoretischen Bestimmungen bei der Berührung zweier heterogenen Körper, und der beobachteten Erscheinungen bei der Electricitätsentwickelung durch Contact, sondern es wetteifern auch Erkenntniß und Erfahrung, so wie Ursachen und Wirkungen der Electricität, um diesen Beweis zu bekräftigen und ihn zur unantastbaren Gewißheit zu erheben. Abgesehen davon, daß unsere Theorie es schon erfordert, daß

die Electricität auf Vibrationen zurückgeführt werde, weil wir in denselben das Wesen der Welt erkannten, so wird dieses auch in allen Fällen von der Erfahrung bestätigt. Alle mechanischen Wirkungen der Electricität, alle Erscheinungen, in denen durch dieselbe Schall, Wärme oder Licht hervorgebracht werden, oder in denen sie denselben ihre Entstehung verdankt, sind ebensoviel Beweise, daß auch sie durch Vibrationen hervorgebracht werde. Unter den mechanischen Wirkungen der Electricität verstehen wir die Bewegungen, welche durch die directe Einwirkung derselben auf die Körper hervorgebracht werden, als: das Auseinandersprengen der leitenden Körper, die Erschütterungen der Drähte bei dem Durchgange der Electricität, das Durchbrechen der schlechten Leiter, die Bewegungen des electrischen Flugrades und noch manche andere Erscheinungen, in welchen deutlich die Electricität als eine mechanische Kraft auftritt. — Ein noch sicherer Beweis für das Stattfinden der Electricitätsvibrationen ist jedoch das Auftreten der Wärme und des Lichtes bei den electrischen Erscheinungen und sogar auch des Schalles, indem bei dem Uebersprungen des electrischen Funkens ein Knistern gehört und der Blitz vom Donner begleitet wird. — Die leitenden Drähte werden bei dem Durchgange der Electricität nicht nur erwärmt und glühend, wobei sie oft einen Lichtschimmer von sich verbreiten, sondern sie werden auch geschmolzen und verflüchtigt. Die Lichterscheinungen der Electricität werden besonders lebhaft bei dem Ausströmen derselben aus einer

Digitized by Google

Spitze und bei der Wiedervereinigung der beiden Electricitäten, wobei das electrische Licht eine Intensität erreichen kann, wie z. B. im Volta'schen Lichtbogen, daß es allein fähig ist, derjenigen des Sonnenlichtes gleichzukommen. Außer den Beweis, daß die Electricität durch Vibrationen hervorgebracht wird, geben diese Erscheinungen auch noch andere Aufschlüsse über das Wesen derselben. Die Wärme- und Lichterscheinungen der Electricität treten gewöhnlich oder am Intensivsten nur dort auf, wo sich die beiden entgegengesetzten Electricitäten vereinigen, wobei sie in gleichen Quantitäten, ohne etwas nachzulassen, verschwinden. Demnach erscheinen uns die beiden Arten Electricitätsvibrationen, indem sie gegenseitig complementär zu Licht und Wärme sind, als entzweite Licht- und Wärmevibrationen zugleich, aber auch als eine Verbindung der transversalen und der longitudinalen, wie es durch das gleichzeitige Auftreten des Lichtes und der Wärme bei der Wiedervereinigung der Electricitäten bewiesen wird. Das völlige Verschwinden der Electricitäten in ihrer gegenseitigen Verbindung enthält den deutlichsten Beweis, daß außer Vibrationen ihnen nichts Anderes zu Grunde zu legen sei. Wenn wir noch der Erwärmung der Flüssigkeiten und der Wärme- und Kälteerzeugungen an der Lothstelle zweier Metalle durch den galvanischen Strom erwähnen, so glauben wir hinlänglich viele Erscheinungen der Electricität angeführt zu haben, um zu zeigen, daß experimentell die Verwandtschaft der Electricität mit der Wärme und dem Lichte be-

Digitized by Google

wiesen ist, woraus hervorgeht, daß bei der Electricität Vibrationen stattfinden, da in unserer Erkenntniß feststeht, daß alle Schall-, Wärme- und Lichterscheinungen durch Vibrationen hervorgebracht werden. An diese, die Electricität begleitenden, Erscheinungen schließen sich die verschiedenen Arten der Electricitätsentwickelung an, um das Dasein der Electricitätsvibrationen zu bestätigen. Die Electricitätsentwickelung durch Contact ist — wie wir bereits gezeigt haben — unseren theoretischen Bestimmungen zu entsprechend, als daß wir nicht in ihr einen unwiderleglichen Beweis der Wahrheit unserer Erkenntniß erblicken sollten. Nach unserer Theorie müssen alle heterogenen Körper in Berührung mit einander electrisch werden. Experimental jedoch erscheinen von den heterogenen Körpern, welche mit einander in Berührung gebracht keine chemische Verbindung mit einander eingehen, nur diejenigen als Electromotoren, welche gute Leiter der Electricität sind, weil nur dann sie sich auf ihrer Oberfläche verbreiten kann. Nach der Entwickelung der Electricität durch Contact ist die Hauptquelle derselben das Reiben heterogener Körper an einander. Auf diese Weise werden auch die schlechten Leiter electrisch, directer Beweis, daß sie nur schwer fähig sind, die Electricitätsvibrationen anzunehmen, und daß diese gewaltsam in ihnen hervorgerufen werden müssen. Lange glaubte man, nur wenig Körper seien fähig, durch Reiben electrisch zu werden, und deshalb unterschied man idioelectrische und anelectrische Körper. Die ersteren waren schlechte

Leiter der Electricität, welche, wenn sie durch Reiben electrisch geworden sind, dies auch einige Zeit bleiben, letztere waren meistens Metalle, welche für unfähig gehalten wurden, durch Reiben electrisch zu werden, bis man sich überzeugte, daß Dieses nur daher kam, weil sie als gute Leiter der Electricität dieselbe stets hinwegleiteten. Werden die Metalle isolirt gerieben, so zeigen sich auch zugleich Spuren der Electricität. Außer diesen beiden Quellen der Electricität wollen wir noch folgende anführen: das Ausströmen der Wasserdämpfe und einiger anderen Gase aus engen Oeffnungen, das Erwärmen des Turmalin und einiger anderen Krystalle, wodurch sie polar-electrisch werden, und das Erwärmen der Metalle, wodurch die thermoelectrischen Ströme entstehen. Alle diese Ursachen der Electricität können ebensogut als Beweise für das Stattfinden der Vibrationen bei der Electricität betrachtet werden, indem die Entwickelung derselben entweder die Folge einer mechanischen Wirkung ist, oder ein Beweis mehr für ihre Verwandtschaft mit der Wärme.

Nachdem wir auf diese Weise das Wesen der Electricität als Vibrationen erkannt, und dies durch die Erfahrung bestätigt gefunden haben, wäre es unsere erste Aufgabe, den Unterschied zwischen den beiden Electricitäten und dem electrischen und natürlichen Zustande der Körper anzugeben. Wir müßten die Vibrationen beider Electricitäten ausführlicher beschreiben und ihren Unterschied von einander bestimmen können. — Jedoch ein

Digitized by Google

Jeder wird einsehen, daß Dieses zu leisten gegenwärtig unmöglich ist, weder auf speculativem Wege, weil wir mit der Speculation unmöglich allen Einzelheiten einer vibratorischen Bewegung folgen können, noch auf empirischem Wege, weil die Erfahrung uns so gar keinen Aufschluß über die gewöhnlichen Vibrationen der Körper gibt. Die Beantwortung dieser Fragen müssen wir als auf den Zeitpunkt verschoben betrachten, in dem die gewöhnlichen Vibrationen der Körper genau untersucht, es gestatten werden, auf mathematischem Wege die Bewegungen zu bestimmen, welche an der Grenzfläche der Körper stattfinden. Dann wird es möglich sein, genau zu bestimmen, welche Vibrationen die positive, welche die negative Electricität hervorbringen, wodurch sie sich von einander unterscheiden, und wodurch der electrische Zustand eines Körpers von seinem natürlichen verschieden ist. Für jetzt können wir einen electrischen Körper nicht genauer definiren, als dadurch, daß wir darunter einen solchen verstehen, welcher an seiner Oberfläche Electricitätsvibrationen besitzt, und daß er positiv electrisch ist, wenn er mit Glaselectricität, und negativ, wenn er mit Harzelectricität beladen ist. Die beiden Electricitäten werden bei ihrer Entwickelung stets in gleichen Quantitäten hervorgebracht, sind aber selbst qualitativ von einander verschieden. Indem sie aber zu einander sich direct entgegengesetzt verhalten, sind sie auch gleich. So strebt jede Electricität zu der ihr entgegengesetzten und flieht von der gleichen hinweg. Dieses gilt für beide Arten der

Digitized by Google

Electricitäten; doch ist darin auch zugleich ein Unterschied enthalten, indem jede Electricität sich freundschaftlich und feindschaftlich zu einer anderen als die ihr entgegengesetzte verhält. — Außer diesem qualitativen Unterschiede der Electricitäten, in dem sie sich zugleich entgegengesetzt und gleich verhalten, beweisen einige Erscheinungen, daß sie auch wirklich von einander verschieden sind. Als solche Erscheinungen können angeführt werden die Lichtenbergischen, sowie andere Hauch- und Staubfiguren, die Verschiedenheit der Lichterscheinungen der positiven und negativen Electricität, die verschiedene Leitungsfähigkeit einiger Körper für die beiden Electricitäten und ihre verschiedene Geneigtheit, entweder positiv oder negativ electrisch zu werden. Der verschiedene Geschmack der Electricitäten, indem die positive einen säuerlichen, und die negative einen brennend alkalischen hervorbringt. Auch reagirt die positive Electricität sauer, indem sie die blaue Farbe des Lacmuspapiers in Roth verwandelt, während die negative Electricität sich alkalisch verhält und die erste Farbe wiederherstellt. Obwohl nun alle diese Erscheinungen eine wirkliche Verschiedenheit der beiden Electricitäten beweisen, so geben sie uns doch für den Augenblick keinen weiteren Aufschluß über die Vibrationen derselben, und werden vielleicht erst später dazu dienen, die Erkenntniß über das Wesen der Electricität zu erweitern. Außer dem zwischen beiden Arten von Electricitäten bestehenden qualitativen Unterschiede kann auch jede Electricität für sich quantitativ verschieden sein. Jedoch ebensowenig wie

Digitized by Google

wir im Stande waren, überhaupt die Electricitätsvibrationen zu beſchreiben, ebenſowenig werden wir auch erklären können, wodurch der quantitative Unterſchied derſelben bedingt iſt, ob durch die größere Abnormität der Vibrationen oder durch ſchnellere Bewegungen, und wir werden folglich die Ausdrücke: „Spannung,“ „Dichtigkeit“ und „Intenſität“ der Electricität bei ihrer empiriſchen Bedeutung belaſſen müſſen, wie ſie dieſelbe jetzt in der Phyſik beſitzen. Obwohl wir nun unſere Unwiſſenheit in dieſen Fragen eingeſtehen müſſen, und dieſelbe, wie es einem aufrichtigen Naturforſcher geziemt, beſtimmt ausſprechen, ſo werden wir deshalb nicht zur Hypotheſe zweier Flüſſigkeiten zurückkehren; denn dieſe iſt gerichtet; ſondern wir werden eine Erſcheinung aufſuchen, welche als Grundthatſache die Erklärung aller electriſchen Erſcheinungen in ſich enthält, und welche nur den Bedingungen entſprechen müßte, durch Vibrationen erklärt werden zu können. Eine ſolche Thatſache iſt die Electricität durch Vertheilung. Die Electricitätsvibrationen eines Körpers, welche dauernd an demſelben haften, und folglich nothwendig ſtehende ſein müſſen, ſenden von ſich aus fortſchreitende Electricitätsvibrationen, welche eine Art Electricitätsatmoſphäre um den Körper bilden und ſeine Wirkungen in die Ferne vollbringen, welche ſtets der Dichtigkeit der Electricität direct und dem Quadrate der Entfernung von dem electriſchen Körper umgekehrt proportional ſind, welches als ein für alle Vibrationsbewegungen geltendes Geſetz auch nothwendig bei

den fortſchreitenden Electricitätsvibrationen ſeine Geltung haben muß. Dieſe fortſchreitenden Electricitätsvibrationen haben die Fähigkeit, alle die Körper, welche als ſchlechte Leiter der Electricität nicht ſelbſt electriſch werden, zu durchdringen, wie Dieſes durch die Wirkungen der electriſchen Körper in die Ferne, wenn ſie von Luft umringt ſind, oder durch das Binden der Electricität an der Franklinſchen Tafel und der Leidner Flaſche, oder endlich durch die Einwirkung electriſcher Körper auf einander, wenn ſie durch ſchlechte Leiter getrennt ſind, bewieſen wird. Wenn aber in dem Bereich der Electricitätsatmoſphäre ſich ein guter Leiter befindet, ſo geſtattet er den fortſchreitenden Vibrationen keinen Durchgang, ſondern die Electricitäten werden in ihm zerlegt, und zwar ſo, daß die der Electricität des zerlegenden Körpers entgegengeſetzte ſich auf der ihm zugewandten Seite anſammelt, eine Erſcheinung, welche dem Umſtande zugeſchrieben werden muß, daß die Electricitätsvibrationen, als ein abnormaler Zuſtand, das Streben haben, in den Körpern, welche in dem Bereiche ihrer Atmoſphäre ſich befinden, die entgegengeſetzten Electricitätsvibrationen hervorzubringen, um ſich bei gehöriger Annäherung mit denſelben zu vereinigen, ſich dadurch zu Wärme und Licht zu complementiren und in den natürlichen Zuſtand überzugehen. Da aber die eine Electricität blos die eine Hälfte der entzweiten longitudinalen und transverſalen Vibrationen iſt, muß nothwendig die andere Hälfte dieſer Vibrationen, das heißt die entgegengeſetzte Electricität auch her-

Digitized by Google

vorgerufen werden, und zwar auf dem von dem zerlegenden Körper entgegengesetzten Ende, weil die gleichen Electricitäten ein Streben haben, sich von einander soweit als möglich zu entfernen.

Die Thatsache der Entwickelung der Electricität durch Vertheilung enthält in sich die Erklärung aller anderen electrischen Erscheinungen. So findet z. B. die Leitung der Electricität auf die Weise statt, daß durch die Wirkung derselben in den noch nicht electrischen Theilen eines Körpers die Electricitäten zerlegt werden, worauf eine Vereinigung mit der entgegengesetzten stattfindet, während die gleiche frei bleibt und eine weitere Entzweiung der Electricitäten hervorbringt, und durch die Vereinigung mit der entgegengesetzten Electricität die gleiche wiederum frei läßt ꝛc. —

Auf diese Weise durch eine forwährende Zersetzung und Wiedervereinigung der Electricitäten findet die Leitung derselben statt. Das Verhalten der Körper zu der Leitung der Electricität ist ein höchst verschiedenes; es läßt sich kein bestimmtes Gesetz darüber aufstellen, wobei die Leitungsfähigkeit der Körper von ihrer Fähigkeit, die electrischen Vibrationen anzunehmen abhängt und da diese eine sehr verschiedene ist, so kann man gute und schlechte Leiter unterscheiden. Zugleich mit der Leitung findet auch die Mittheilung, sowie der Verlust der Electricität die gewünschte Erklärung, aber auch die Vertheilung derselben in einem Körper ist durch die zu Grunde gelegten Thatsachen bestimmt. Denn das Streben der

Digitized by Google

Electricität, stets die entgegengesetzte in den sie berührenden Theilen der Körper hervorzurufen, schließt in sich — wie schon Faraday es nachzuweisen gesucht hat — das Bestreben gleicher Electricität in einem leitenden Körper, soweit wie möglich, sich von einander zu entfernen, und dient als Grundlage aller über diesen Gegenstand angestellten mathematischen Untersuchungen.

Einer genaueren Erklärung bedürfen die Bewegungen der electrischen Körper zu- und von einander. Da wir alle Anziehungen und Abstoßungen der Electricität für unmöglich erkannt haben, so müssen wir auch die Erklärung dieser Erscheinungen in den electrischen Atmosphären suchen. Indem durch dieselben Bewegungen hervorgebracht werden, so wird dadurch bewiesen, daß auch die fortschreitenden Electricitätsvibrationen, wie alle anderen, zur Erhöhung der Spannkraft der Luft oder irgend eines anderen Mediums beitragen. Wenn demnach zwei verschiedene electrische Körper sich zu einander zu bewegen streben, so muß Dieses dem Umstande zugeschrieben werden, daß ihre beiden electrischen Atmosphären sich complementiren und dadurch ihre besondere electrische Spannung zwischen den beiden Körpern aufheben, während diese auf ihre entgegengesetzte Seite bestehen und ihnen Bewegungen ertheilen, welche nothwendig dorthin gerichtet sein müssen, wo die Spannung schwächer ist, folglich zu einander.

Sind hingegen die beiden Körper mit gleicher Electricität beladen, so heben sich die beiden Electricitätsat-

Digitized by Google

mosphären zwiſchen ihnen nicht auf, ſondern unterſtützen ſich noch, ſo daß daraus zwiſchen den Körpern eine größere Spannung entſtehen muß, als auf den von einander abgewandten Seiten, was nothwendig eine Bewegung von einander zur Folge haben muß. —

Endlich finden zugleich mit der Leitung auch die galvaniſchen Ströme ihre Erklärung. Da die beiden Pole einer iſolirten Säule immer Quellen entgegengeſetzter Electricität ſind, ſo wird, wenn man jeden mit einem Drahte verſieht, er ſich mit der Electricität ſeines Pols beladen. Man hat auf dieſe Weiſe einen poſitiv und negativ mit gleichſtarker Electricität geladenen Conductor; wenn beide Conductoren mit einander in Berührung gebracht werden, muß alſo eine beſtändige Wiedervereinigung der in der Säule fortwährend entwickelten Electricitäten ſtattfinden. — Außen ſcheint Alles in Ruhe, aber im Innern herrſcht fortwährende Thätigkeit und Bewegung, wie es durch die Wirkung dieſer galvaniſchen Ströme auf die Magnete im Multiplicator oder Galvanometer bewieſen wird. Bei den galvaniſchen Strömen bewegt ſich jedoch ebenſowenig die Electricität, wie bei der gewöhnlichen Leitung, ſondern es findet dort ebenſo nur eine beſtändige Zerſetzung und Wiedervereinigung derſelben an jeder Stelle des leitenden Drahtes ſtatt. Da hier zwei verſchiedene Ströme ſich begegnen, ſo hört die Leitung der Electricität nicht auf, ſobald die Drähte mit ihr beladen ſind, ſondern da die beiden Electricitäten in ihrer Vereinigung immerfort untergehen,

Digitized by Google

ſo ſind die Drähte immer fähig, neue Electricität fortzuleiten.

Bei den galvaniſchen Säulen iſt oft die Rede von der verſchiedenen Quantität und Intenſität der Electricität, die ſie zu liefern im Stande ſind, ebenſo wird aber auch von der Intenſität der Ströme, von der Stromſtärke, und von der Quantität der circulirenden Electricität geſprochen, ohne daß es klar wäre, was man unter dieſen Ausdrücken zu verſtehen hat. Auch kann ihre wahre Bedeutung nur dann begründet werden, wenn die Bedeutung der Quantität und Intenſität der Electricität beſtimmt ſein wird, und bei dieſem Ausdrucke müſſen wir uns auch mit den Andeutungen begnügen, welche darüber in den Lehrbüchern der Phyſiker zu finden ſind. — Die Intenſität der Electricität, welche eine galvaniſche Säule zu liefern im Stande iſt, wird der Anzahl der Plattenpaare proportional geſetzt, weil die Wirkung derſelben mit der Zuſammenſetzung der Säule ſteigt; die Quantität der Electricität wird aber unabhängig von der Zahl der Plattenpaare angenommen, weil keine Säule aufgeführt werden kann ohne ſolche Körper, die nicht zu der Reihe der Electromotoren gehören, und welche durch ihren Widerſtand hervorbringen, daß von jedem Plattenpaare nur eine gewiſſe Quantität circuliren kann. Die galvaniſche Säule wird gewöhnlich durch einen Draht geſchloſſen, wobei die Stromſtärke ſich ſtets ſeinem Querſchnitte proportional zeigt. Bei dem Fortſchreiten des galvaniſchen Stromes hat er verſchiedene Widerſtände zu

Digitized by Google

überwinden, so z. B. den Widerstand, den der leitende Draht ihm entgegensetzt, so daß mit seinem Entfernen von der Electricitätsquelle seine Intensität abnimmt, und natürlicher Weise umgekehrt proportional der durchlaufenen Drahtlänge. Außerdem wird der galvanische Strom oft benutzt, um verschiedene Wirkungen hervorzubringen, als z. B. Zersetzungen der Flüssigkeiten, oder als dynamische Kraft, oder er hat die galvanische Polarisation zu überwinden, in welchen Fällen ohne Ausnahme er eine bestimmte Arbeit verrichtet und stets an Stärke abnimmt.

Bei Einwirkung der galvanischen Ströme auf einander ist ebenso die Bewegung der electrischen Körper zu- und von einander aus der Wirkung einer electrischen oder in diesem Falle einer galvanischen Atmosphäre zu erklären, welche den leitenden Draht umgibt und durch die fortschreitenden Electricitätsvibrationen gebildet ist, welche von den sich in den Drähten trennenden und vereinigenden, beider Arten stehenden Electricitätsvibrationen immerwährend ausgehen, und die leitenden Körper fähig machen, in die Ferne zu wirken. Daß aber bei gleicher Richtung gleicher Ströme, das Streben zu einander, bei entgegengesetzter Richtung ein Streben von einander eintritt, muß als eine den anderen electrischen Eigenschaften analoge Erscheinung angesehen werden, und auf dieselbe Weise, wie die Bewegung der electrischen Körper von und zueinander, seine Erklärung finden.

Digitized by Google

Auch die Inductionserscheinungen sind durch die Wirkungen der galvanischen Atmosphäre bedingt. Wenn ein Draht, in welchem ein galvanischer Strom circulirt, einem anderen Drahte genähert wird, dessen Enden in leitender Verbindung sind, so wird in diesem letzteren ein Strom in entgegengesetzter Richtung hervorgebracht, oder wie man es zu nennen pflegt inducirt, der sogleich wieder aufhört, um sich wieder zu zeigen, wenn der inducirende Strom entfernt wird, sodann aber in einer Richtung mit demselben. Durch das Annähern des galvanischen Stromes an einen in sich geschlossenen Draht werden durch die Wirkung der galvanischen Atmosphäre die Electricitäten in demselben zerlegt, und zwar doppelt, weil ein galvanischer Strom nicht blos die eine Electricität leitet, sondern eigentlich aus zwei nach entgegengesetzten Richtungen sich fortpflanzenden Strömen beider Arten der Electricität besteht. Diese beiden Ströme binden einen Theil der von ihnen hervorgerufenen Electricitäten, während die anderen, mit den gebundenen, zugleich entstandenen, entgegengesetzten Electricitäten, sich mit einander verbinden und den inducirten Strom hervorbringen, und nothwendig bei dem Annähern des inducirenden Stromes einen ihm entgegengesetzten, denn die gebundenen Electricitäten müssen nothwendig solche sein, die einen Strom hervorbringen können, zu dem der inducirende ein Streben, sich zu bewegen besitzen würde, das heißt in gleicher Richtung, was auch sogleich eintritt, sobald der inducirende Strom entfernt wird, indem sodann

Digitized by Google

die beiden gebundenen Electricitäten frei werden, und durch ihre Vereinigung den Strom, welcher beim Oeffnen der Kette entsteht, hervorbringen. —

Die galvanischen Ströme, die man gewöhnlich beobachtet, werden künstlich erzeugt; da aber die Entwickelung der Electricität bei der Berührung zweier heterogenen Körper ein nothwendiges Naturgesetz ist, so muß es überall, wo eine solche Berührung stattfindet, seine Geltung haben, folglich auch im Innern eines in sich nicht homogenen Körpers. Jede Berührungsstelle der heterogenen Bestandtheile desselben wird also als eine Electricitätsquelle betrachtet werden müssen, und da die beiden auf diese Weise sich entwickelnden Electricitäten durch die Substanz des Körpers in leitender Verbindung mit einander sind, so müssen in Folge dessen im Innern des Körpers galvanische Ströme entstehen. Denselben entsprechen in unserem empirischen Wissen die Erscheinungen des Magnetismus, wie Dieses bereits von Ampère nachgewiesen worden ist. Da jedoch seine Theorie durch die Vorstellung von Atomen, electrischen Flüssigkeiten, von Anziehungen und Abstoßungen entstellt ist, so wollen wir hier andeuten, wie sie von diesen Irrthümern befreit in unserer Theorie auftritt. Die galvanischen Ströme, welche in den Magneten stattfinden, erscheinen uns auch, wie alle anderen, als ein beständiges Zersetzen und Wiedervereinigen der beiden verschiedenen Arten stehender Electricitätsvibrationen, welche von sich aus auch fortschreitende Vibrationen aussenden, und dadurch

Digitized by Google

um den Magneten eine galvaniſche oder vielmehr eine magnetiſche Atmoſphäre bilden. Durch dieſe Atmoſphäre werden alle magnetiſchen Wirkungen in die Ferne hervorgebracht, und nicht nur die Bewegungen der Magnete von- und zueinander finden ihre Erklärung in den analogen Erſcheinungen bei den galvaniſchen Strömen, ſondern auch das Magnetiſiren durch den galvaniſchen Strom, ſo wie die anderen Einwirkungen deſſelben auf die Magnete und umgekehrt, als das Induciren der Ströme durch Magnete ꝛc. ſind lauter Erſcheinungen, welche durch die fortſchreitenden Electricitätsvibrationen der magnetiſchen Atmoſphäre eingeleitet werden. Zugleich erkennen wir die in der Theorie Ampère's gemachte Annahme der galvaniſchen Ströme in der Erde durch die Heterogenität ihrer Beſtandtheile als ſehr gerechtfertigt, und die ſchönen Entdeckungen Faradays über den Diamagnetismus haben den magnetiſchen Erſcheinungen ihre vereinzelte Stellung genommen und die von uns theoretiſch geforderte Allgemeinheit derſelben auch empiriſch bewieſen.

Endlich äußert ſich die Electricität noch in der Affinität der Körper zu einander. Jeder chemiſchen Verbindung geht eine Berührung der heterogenen Stoffe voran; die Berührung bringt aber in den verſchiedenen Stoffen Electricitätsentwickelung hervor, und weil ſie beide verſchieden electriſch werden, ſo erhalten ſie ein Streben zu einander, ein Streben ſich miteinander zu verbinden — eine gegenſeitige Affinität. Die ſtehenden Vibrationen der Körper werden nur dadurch er-

Digitized by Google

halten, daß ſie in den angrenzenden Körpern hinlänglichen Widerſtand finden, um nicht in fortſchreitende Vibrationen überzugehen. Bei zwei Stoffen aber, welche eine chemiſche Verbindung miteinander eingehen können, findet dieſer Widerſtand nicht mehr ſtatt, die ſtehenden Vibrationen gehen in fortſchreitende über, es fängt eine Auflöſung der Körper in einander an, bis die fortſchreitenden Vibrationen durch partielle Reflexionen wiederum zu ſtehenden werden und ihre frühere Beharrlichkeit annehmen. Dieſe fortſchreitenden Vibrationen, welche aus der Auflöſung der Körper hervorgehen und die chemiſche Verbindung einleiten, ſind die dabei entſtehenden Electricitätsvibrationen und in dieſem Falle ebenſo vergänglich wie dieſe, während ſie bei einer wirklichen Electricitätsentwickelung zu ſtehenden Vibrationen werden. Auf dieſen Beſtimmungen nun, daß jeder chemiſchen Verbindung eine Electricitätsentwickelung vorangeht, iſt die electrochemiſche Theorie gegründet, die ſomit als integrirender Theil unſeres Syſtems eintritt. Die Affinität iſt weniger von Bedeutung bei der Verbindung zweier Körper, als vielmehr in dem Falle, wo der eine Stoff eine Wahl hat, entweder mit dem einem oder mit einem anderen Stoffe eine Verbindung einzugehen. Dieſe findet ſodann natürlich zwiſchen den Körpern ſtatt, welche in Berührung mit einander eine größere electriſche Spannung annehmen, wodurch alſo die größere Affinität zweier Stoffe zu einander, als zu einem anderen erklärt wird. Diejenigen Körper haben ſtets eine größere Affinität,

Digitized by Google

welche in der electrischen Spannungsreihe weiter von einander stehen, da die Stoffe so geordnet sind, daß sie in Berührung mit einem in der Reihe höher stehenden Stoffe immer positiv, mit einem tiefer stehenden negativ electrisch werden. Bei dem Grundstoffe scheint der Sauerstoff das negative, das Kalium das positive Ende der Reihe einzunehmen. Je nachdem die Bestandtheile der Verbindung mehr von dem einen oder dem anderen Ende der Spannungsreihe genommen sind, wird auch der aus denselben zusammengesetzte Körper wiederum bei Berührung mit anderen Stoffen entweder mehr electronegativ oder mehr electropositiv. So entstehen die Säuren und Basen, welche wiederum mit einander Verbindungen eingehen können, und Salze bilden, wobei jedoch zu bemerken ist, daß je zusammengesetzter zwei Stoffe sind, desto schwerer sie eine Verbindung mit einander eingehen können, weil desto mehr Bedingungen zu ihrer Möglichkeit erfüllt sein müssen, so daß bei der Berührung solcher Stoffe durch eine doppelte Affinität oft mit den Verbindungen auch Zersetzungen eintreten, wobei die Körper einige ihrer Bestandtheile so zu sagen auswechseln und zwei neue Verbindungen bilden.

Die Zersetzungen der zusammengesetzten Stoffe finden dann statt, wenn die Bedingungen der Möglichkeit ihrer Verbindung nicht mehr erfüllt sind. — So werden die Zersetzungen oft durch die Zunahme der Temperatur hervorgebracht, was auf die Weise sich erklären läßt, daß, wenn die beiden Bestandtheile der Verbindung eine ver-

Digitized by Google

ſchiedene Ausdehnbarkeit durch die Wärme beſitzen, ihre beiderſeitigen Spannungsmaſſen in einem nicht mehr entſprechenden Verhältniſſe zu dem Elaſticitätsmodul der Verbindungen bleiben können, und eine Trennung erfolgen muß. — Die Zerſetzungen durch die Gegenwart eines zu dem einen Beſtandtheile der Verbindung eine prädominirende Affinität beſitzenden Stoffes findet ſeine natürliche Erklärung in der electrochemiſchen Theorie, aber die merkwürdigſte Erſcheinung der Zerſetzung iſt diejenige, welche durch einen in einer flüſſigen Auflöſung circulirenden galvaniſchen Strom hervorgebracht wird, jedoch nur dann eintritt, wenn die Verbindung blos zu einem Aequivalente jedes Stoffes gebildet iſt. Wir wiſſen, daß bei der einer chemiſchen Verbindung vorangehenden Berührung die beiden Stoffe verſchieden electriſch werden, und daß die Electricitätsvibrationen in ihrem Streben zu einander, indem ſie ſich miteinander vereinigen, um ſich zu complementiren, auch die Verbindung der beiden Stoffe herbeiführen. Demnach erſcheint die Zerſetzung einer Verbindung durch einen galvaniſchen Strom als eine Befriedigung, als das Complementiren der in der Berührung hervorgerufenen Electricitätsvibrationen. Beide Arten derſelben, die poſitive und die negative, finden im galvaniſchen Strom die ihr entgegengeſetzten, complementiren ſich mit denſelben, und laſſen dadurch die beiden Stoffe von einander los. — Außerdem hat Faraday nachgewieſen, daß durch denſelben Strom die aus verſchiedenen Verbindungen ausge-

Digitized by Google

ſchiedenen Stoffe in dem Verhältniſſe der Aequivalentengewichte ſind, ſo daß, wenn wir die Vorſtellung feſthalten, daß die Zerſetzung durch ein Complementiren der Electricitäten hervorgebracht wird, uns die Aequivalentengewichte, da ſtets gleiche Quantitäten Electricität ſich gegenſeitig vernichten, als diejenigen Gewichtsmengen der Stoffe erſcheinen, welche miteinander in eine innige Berührung gebracht gleiche Quantität von Electricität hervorbringen, aber von verſchiedener Dichtigkeit oder Spannung, wodurch die verſchiedene Affinität der Stoffe zu einander bedingt wird.

Demnach hätten wir die ſämmtliche Naturerkenntniß in unſerer Beſtimmung des Weſens der Materie als eines durch ſtehende longitudinale Vibrationen hervorgebrachten Strebens jedes Punktes, ſich nach allen Seiten zu bewegen, begründet gefunden. — In der Wechſelwirkung der einzelnen Theile der Materie — der Körper — treten die Kräfte der Compreſſion und der Repulſion und die allgemeinen Eigenſchaften der Körper hervor. — Durch die verſchiedene Dauer, Zuſammenſetzung und Intenſität der Vibrationen wurde die Verſchiedenheit, und durch die Veränderung der Intenſität der Vibrationen die Veränderlichkeit der Körper mit der Temperatur erklärt. Endlich ging aus dem Streben der Körper, ihre Vibrationen gegenſeitig auszugleichen, jenachdem ob dieſes Streben erfüllt werden konnte oder nicht, die Erklärung

Digitized by Google

der Erſcheinungen des Chemismus, der Electricität, des Galvanismus und des Magnetismus hervor. — Die bei der Beſtimmung der Bewegbarkeit der Körper aufgeſtellte Identität der Spannungsmaſſe mit der Dichtigkeit iſt durch die Beſtimmung der Aequivalentengewichte beſtätigt worden, ſo daß die ſämmtlichen Naturerſcheinungen — als die Offenbarungen des Vibrirens jedes Punktes des unendlichen Raumes — in ihrer Einheit erkannt ſind. —

Digitized by Google

Schluß.

Digitized by Google

Digitized by Google

Werfen wir zum Schluß einen Ueberblick auf die Entwickelung der Erkenntniß der Menschen über das Daseiende. — Wir haben gezeigt, wie die realistische Ansicht dem gewöhnlichen menschlichen Verstande zugänglich sei, wie die Sätze: aus Nichts wird Nichts, Nichts kann nie zu Etwas werden, unbezweifelbar erscheinen, und wie die nächste Folge davon ist, daß das Daseiende als ein dem Nichts direct entgegengesetztes Etwas bestimmt wird. — Ferner haben wir auch dessen schon erwähnt, daß wegen ihrer Einfachheit nicht nur fast alle Menschen sich zu der realistischen Ansicht bekennen, sondern daß auch fast alle Philosophen von Parmenides an, der zuerst den Gedanken des reinen Seins faßte, zu ihr zu rechnen sind. Endlich aber haben wir die Widersprüche dieser Ansicht aufgedeckt. Wir haben gezeigt, daß ihr gemäß das Daseiende ein in sich Nothwendiges sein müsse, und daß es ein solches Daseiendes nicht geben könne, und überzeugten uns dadurch von der Unwahrheit der realistischen Ansicht. Obwohl nun Heraclit schon die Sätze ausgesprochen hatte,

Digitized by Google

daß das Sein und das Nichts identisch seien, daß das Sein ebensowenig sei, als das Nichts, sondern daß Alles fließe, d. h. Alles im Werden begriffen sei, so war es doch Schelling, der zuerst den Satz, daß das wahrhaft Ideelle auch das einzig Reelle sei, aufstellte, indem er seine Construction der Materie mittels der Kräfte der Anziehung und der Abstoßung versuchte. Jedoch diese Kräfte bleiben in seinem System unerklärt und sind auch mit Widersprüchen behaftet, wodurch sie sich als unmöglich erweisen. Erst Hegel begründete die Materie auf Bewegung. Möge es uns gestattet sein, die Identität seines Systems mit dem unsrigen darzuthun. Indem er in seiner Wissenschaft der Logik den Anfang des Denkens als einen absoluten, der Nichts voraussetzen darf, bestimmt, findet er denselben in den Definitionen des Nichts und des Seins.

„Sein"

„Sein, reines Sein — ohne alle weitere Bestimmung. In seiner unbestimmten Unmittelbarkeit ist es nur sich selbst gleich und auch nicht ungleich gegen Anderes, hat keine Verschiedenheit innerhalb, noch nach Außen. — Es ist reine Unbestimmtheit und Leere. Es ist nichts in ihm anzuschauen, wenn von Anschauen hier gesprochen werden kann, oder es ist nur dies reine leere Anschauen selbst. — Es ist ebensowenig etwas in ihm zu denken, oder es ist ebenso nur dies leere Denken. — Das Sein, das Unbestimmte, Unmittelbare ist in der That Nichts, und nicht mehr noch weniger, als Nichts. — "

Digitized by Google

„Nichts"

„Nichts, das reine Nichts; es ist einfache Gleichheit mit sich selbst, vollkommene Leerheit, Bestimmungs- und Inhaltslosigkeit; Ununterschiedenheit in ihm selbst. — Insofern Anschauen oder Denken hier erwähnt werden kann, gilt es als ein Unterschied, ob Etwas oder Nichts angeschaut oder gedacht wird. — Nichts Anschauen oder Denken hat also eine Bedeutung; beide werden unterschieden, so ist (existirt) Nichts in unserem Anschauen oder Denken; oder vielmehr ist es das leere Anschauen und Denken, und dasselbe leere Anschauen oder Denken, als das reine Sein. Nichts ist somit dieselbe Bestimmung oder vielmehr Bestimmungslosigkeit, und damit überhaupt dasselbe, was das reine Sein ist. — "

„Werden"

„Das reine Sein und das reine Nichts ist also dasselbe. — Was die Wahrheit ist, ist weder das Sein, noch das Nichts, sondern daß das Sein in Nichts und das Nichts in Sein nicht übergeht — sondern übergegangen ist. — Aber ebenso sehr ist die Wahrheit, nicht ihre Ununterschiedenheit, sondern daß sie nicht dasselbe, daß sie absolut unterschieden, aber ebenso ungetrennt und untrennbar sind, und unmittelbar jeder in seinem Gegentheil verschwindet. — Ihre Wahrheit ist also diese Bewegung des unmittelbaren Verschwindens, des Einen in dem Anderen; das Werden; eine Bewegung, worin beide unterschieden sind, aber durch einen Unterschied, der sich ebenso unmittelbar aufgelöst hat."

Digitized by Google

Sollte man nicht glauben, wenn man Dieſes lieſt, daß unſere Beſchreibung eines vorweltlichen Zuſtandes eine Ueberſetzung dieſer Beſtimmungen von Hegel aus der Sprache ſeiner Philoſophie in diejenigen der Naturwiſſenſchaften iſt. — Hegel war es um einen abſoluten Anfang eines Syſtems von Begriffen zu thun, wir ſuchten einen abſoluten Anfang für die Naturerkenntniß. — Sein Nichts iſt unſer vorweltlicher Zuſtand von einem empiriſchen Standpunkte aus; ſein Sein iſt unſer vorweltlicher Zuſtand von einem ſpeculativen Standpunkte aus, als das in ſich ununterſchiedene Streben jedes Punktes, ſich nach allen Seiten mit gleicher Geſchwindigkeit zu bewegen, endlich ſein Werden iſt die Bewegung, welche durch das Aufheben der Unterſchiedsloſigkeit in unſerem vorweltlichen Zuſtande zu Stande kommt, und in die derſelben wegen ihrer Ewigkeit „nicht übergeht, ſondern übergegangen iſt.“ — Auch ſind die Bedingungen, denen der Anfang entſprechen muß, bei Hegel genau dieſelben, die wir unſerem vorweltlichen Zuſtande vorſchrieben. „Es iſt noch Nichts und es ſoll Etwas werden, der Anfang iſt nicht das reine Nichts, ſondern ein Nichts, von dem Etwas ausgehen ſoll, das Sein iſt alſo auch ſchon im Anfang enthalten. — Der Anfang enthält alſo Beides, Sein und Nichts; iſt die Einheit von Sein und Nichts; oder iſt Nichtſein, das zugleich Sein, und Sein, das zugleich Nichtſein iſt.“ — Dieſes Sein in dem Nichts unſeres vorweltlichen Zuſtandes iſt das Streben jedes Punktes ſich nach allen Seiten zu bewegen. — Das Nichts,

Digitized by Google

als das allein nicht Zufällige, ist auch das allein Vernünftige und Nothwendige, und macht als solches den Anfang. — Es enthält in sich die Ausdehnung und die Dauer, und die Einheit beider ist das Zufällige, das Sein, die Bewegung — die sich als Materie offenbart. Dieses findet sich auch in der Naturphilosophie von Hegel und außerdem sind seine Bestimmungen der Attractions- und der Repulsionskraft der Materie derjenigen der Compressions- und der Repulsionskraft in unserem Systeme vollkommen entsprechend. — „Die Materie hält sich gegen ihre Identität mit sich, durch das Moment ihrer Negativität, ihrer abstracten Vereinzelung auseinander, die Repulsion der Materie. — Ebenso wesentlich ist, weil diese Verschiedenen ein und dasselbe sind, die negative Einheit dieses auseinander seienden Fürsichseins; die Materie ist somit continuirlich, ihre Attraction." — „Die Materie ist räumliche Entfernung, leistet Widerstand, stößt sich dabei von sich selber ab; das ist die Repulsion, wodurch die Materie ihre Realität setzt und die Räume erfüllt. — Die Vereinzelten, welche von einander repellirt werden, sind aber alle nur Eins, viele Eins, sie sind nur Eins, was das Andere. — Das Eins stößt sich nur von sich selbst ab; das ist das Aufheben der Entfernung des Fürsichseienden, die Attraction." — Die Attraction ist also identisch mit der Repulsion der Materie, es ist somit Das, was wir Compression genannt haben, um damit anzudeuten, daß das Aufheben der Entfernung von Außen komme, und um die an den Ausdruck einer Anziehungskraft

Digitized by Google

ſich knüpfenden falſchen Auslegungen zu vermeiden. Demnach iſt unſere Beſtimmung das Weſen der Materie mit derjenigen von Hegel vollkommen übereinſtimmend, unſer Fortſchritt aber vor ihm beſteht darin, daß wir erſtens die Bildung der Materie durch Bewegung nicht blos als wirklich hingeſtellt, ſondern auch näher beſtimmt haben, als ein Streben jedes Punktes ſich nach allen Seiten zu bewegen. Zweitens darin, daß wir das Hervorgehen der Realität aus der Idealität durch das Setzen der Unterſchiede erkannt haben, drittens, daß wir die Bewegung als Thatſache ſelbſt erklärt, ſie auf Vibrationen zurückgeführt und dadurch einen abſoluten Anfang erlangt haben, über den hinaus keine Erklärung mehr geſucht werden kann, weil das Vibriren jedes Punktes durch ſeine Inhaltsloſigkeit nur in ſeiner Wirklichkeit aufgefaßt werden kann, und keine Frage mehr nach ſeiner Möglichkeit geſtattet.

Auch glaube ich, iſt der Realismus und Idealismus in unſerem Syſtem miteinander verbunden; es iſt realiſtiſch, inſofern der ideellen Bewegung des Vibrirens jedes Punktes ein reelles Daſein zuerkannt wird, und folglich der Satz: aus Nichts (d. h. aus dem abſoluten) wird immer Nichts, vollkommen anerkannt iſt. — Unſer Syſtem iſt aber idealiſtiſch, indem es als wirklich reell blos das Ideelle anerkennt. Von einer anderen Seite aber entſpricht unſere Beſtimmung der Materie vollkommen den Bedingungen, welche dem Daſeienden in der realiſtiſchen Anſicht geſtellt werden. Unſere Materie, einmal daſeiend, trägt die Urſache ihres Beſtehens in ſich, ſie beſteht durch

Digitized by Google

eine innere Nothwendigkeit; denn sie ist selbst das Produkt aller Vibrationen, und wiederum das Vibrirende bei jeder einzelnen Vibration. Die Materie ist jeden Augenblick eine andere; die Vibrationen, welche sie in einem Augenblicke bilden, vergehen sogleich, und bringen durch die Elasticität der Materie neue Vibrationen hervor, welche wiederum die Materie im nächsten Augenblicke bilden. — Die Materie erneuert sich aus sich selber, vergeht und entsteht in einem jeden Augenblicke, ist in einem beständigen Werden, und dieses von Ewigkeit zu Ewigkeit. — Ihr Unterschied von der realistischen Materie ist demnach der, daß sie als Product ideeller Vibrationen inhaltlos ist, und somit für sich keine Eigenschaften voraussetzt, die ihrer Nothwendigkeit widersprechen. — Nur in dem Verhältniß zu einander haben die materiellen Körper Eigenschaften, für sich betrachtet, sind sie inhaltlos. — Endlich ist auch die Aussöhnung der Naturphilosophie und der Naturlehre erstrebt. — In der Betrachtung der Natur haben die Menschen zwei streng von einander geschiedene Richtungen befolgt. — Die Einen, die empirischen Naturforscher, suchten vorzüglich ihre Kenntniß der Natur auszubilden, indem sie Experimente auf Experimente und Beobachtungen auf Beobachtungen häuften, und erhielten auf diese Weise einen reichen Schatz von Thatsachen, ohne jedoch zu der Einsicht des Zusammenhanges der verschiedenen Naturerscheinungen zu gelangen. Wenn es ihnen auch glückte, aus dem Vergleiche ihrer vielfachen Beobachtungen einige Naturgesetze zu erkennen,

Digitized by Google

ſo erreichten ſie doch ſelten die Einſicht in die Bedeutung derſelben. — Anders war es mit den Naturphiloſophen, welche, von Principien ausgehend, das Weſen der Natur begreifen und ihre Erſcheinungen erklären wollten. Hatten die empiriſchen Phyſiker und Naturforſcher zu viel Gewicht auf die einzelnen Thatſachen gelegt, ſo trugen dagegen die Naturphiloſophen denſelben zu wenig Rechnung, und indem ſie ſich auf dieſe Weiſe auf einen von der Erfahrung abgeſchiedenen Standpunkt ſtellten, entfernten ſie ſich nur zu oft von der Wirklichkeit. Wenn aber ſonach beide Richtungen ihre Nachtheile haben, ſo hat auch wiederum jede derſelbe ihre gute Seite. Der empiriſche Naturforſcher bleibt, indem er unabläſſig die Natur befragt, auf einem durch die Erfahrung begründeten Standpunkte, und läuft, ſo lange er ſich ſtreng an denſelben hält, nicht Gefahr, in einen Irrthum zu gerathen. Der Naturphiloſoph hingegen iſt durch ſeine ſpeculative Betrachtungsweiſe fähig, in das Weſen der Materie und der Naturkräfte einzudringen, und ſucht der Gedankenloſigkeit einer blos empiriſchen Erforſchung der Naturgeſetze abzuhelfen. Daraus ſieht man, daß aus der gehörigen Vereinigung beider Arten der Erforſchung der Naturgeſetze eine Methode hervorgerufen werden mußte, welche, ohne die Nachtheile der beiden verſchiedenen Richtungen mit ſich zu führen, nur die Vortheile derſelben in ſich vereinigt, und wenn dieſe Vereinigung der ſpeculativen und der empiriſchen Naturbetrachtung noch nicht zu Stande gekommen war, ſo muß dies daher erklärt werden,

Digitized by Google

daß die Naturforscher und die Philosophen nicht nur von zwei verschiedenen Standpunkten in ihrer Naturbetrachtung ausgegangen sind, sondern auch zwei ganz verschiedene Sprachen gebraucht haben. Während die Philosophen die empirischen Thatsachen der Physiker nicht beachteten, mögen diese oft die Speculationen der Ersteren nicht verstanden haben, und so geschah es, daß beide, obschon sie einen und denselben Gegenstand bei ihren Untersuchungen vor sich hatten, bis auf die gegenwärtige Zeit in einem vollkommenen Widerspruche zu einander geblieben sind. Diese beiden Richtungen der Naturbetrachtung glauben wir vereinigt zu haben, indem wir uns auf einen philosophischen Standpunkt stellten, als auf den höheren, rationelleren, doch aber dabei die Sprache beibehielten, welche in der empirischen Naturlehre gebräuchlich ist, um unsere gewonnenen Resultate stets mit der Erfahrung vergleichen zu können. Wir glauben diese Resultate als befriedigend bezeichnen zu können. Die Vibrationen als Wesen der Materie bestimmt, entsprechen vollkommen den an denselben beobachteten Erscheinungen. Durch die Uebereinstimmung der Spannungsmasse mit der Dichtigkeit wurde unsere Behauptung, daß die Materie ihr Wesen durch ihre Bewegungen offenbare, bestätigt und durch die theoretische Bestimmung der Aequivalentengewichte der Körper das Kriterium der Wahrheit unserer aufgestellten Behauptungen geliefert. Wenn wir aber nun die Zuversicht glauben erlangt zu haben, daß das in diesem Werke aufgestellte System ein wahres sei, und

nachdem wir ſeine Stellung und ſeine Bedeutung in der Geſchichte der Philoſophie und in der Erkenntniß der Menſchen überhaupt feſtgeſtellt haben, ſo drängt ſich unwillkürlich die Frage nach Dem auf, was noch zu leiſten ſei; man wirft einen Blick auf den noch zu durchlaufenden Weg bis zur vollſtändigen Entwickelung der Erkenntniß.

Die Abhängkeit der Eigenſchaften der Körper von ihren Vibrationen haben wir bewieſen. Nun beſteht aber dieſe Abhängigkeit darin, daß durch dieſelben die Größe dieſer Eigenſchaften beſtimmt werde. Wir haben uns aller Größenbeſtimmungen enthalten, aus dem Grunde, weil es unmöglich iſt, auf ſpeculative Weiſe ſie zu geben. Die Größenbeſtimmungen können nur mittels der Mathematik vollbracht werden. Die Speculation kann wohl das Daſein eines Gegenſtandes beweiſen, ſein Weſen erkennen, relativ einige Größenverhältniſſe beſtimmen, nicht aber die abſolute Größe; denn ſie iſt unfähig, auf alle die dabei vorkommenden Details, beſonders bei den veränderlichen Größen einzugehen. Dort, wo die Speculation ſich unfähig erweiſt, die Erkenntniß der Menſchen weiter auszubilden, tritt die Mathematik ein, indem ſie im Stande iſt, durch die Gleichungen das Verhältniß der einzelnen Größen zu einander auszudrücken, ihre abſolute Größe zu beſtimmen, und durch ihre veränderlichen Größen allen Veränderungen zu folgen, und ſich der Natur, ſo zu ſagen, anzuſchmiegen. Darum muß auch der künftige Fortſchritt der Naturerkenntniß in einer mathematiſchen Größenbeſtimmung der Eigenſchaften der Kör-

Digitized by Google

per bestehen, wobei sie sämmtlich auf zwei Einheiten zurückzuführen sind, auf diejenigen des Raumes und der Zeit. So ist bei den Vibrationen zur Bestimmung der Amplitude die Einheit des Raumes und zur Bestimmung der Dauer diejenige der Zeit erforderlich, während die Intensität und die Geschwindigkeit derselben das Verhältniß dieser Größen ist. Ebenso läßt sich die Spannung aller Körper, als Kraft, durch Vibrationen hervorgebracht, auch auf diese beiden Einheiten zurückführen, und damit sind alle anderen Größen der Eigenschaften begründet. Jedoch es ist nicht hinlänglich, diese Bestimmungen blos theoretisch zu vollbringen, sondern sie müssen auch auf die Bestimmung der Eigenschaften der wirklich daseienden Körper angewandt werden. Dazu müßte aber die Dauer, Intensität und Zusammensetzung der Vibrationen bekannt sein. — Nun sind uns aber diese Größen bei keinem Körper gegeben, und darum schwebt mir Folgendes vor als Dasjenige, was zu leisten wäre:

Erstens müßte für einen Körper von willkürlich angenommener Dauer, Intensität und Zusammensetzung der Vibrationen, die Größe der Eigenschaften, auf mathematische Weise bestimmt werden;

Zweitens müßte man umgekehrt suchen, durch den Vergleich der auf theoretische Weise gefundenen, mit den aus der Erfahrung entnommenen Größen der Eigenschaften der Körper auf die Dauer, die Intensität und Zusammensetzung der Vibrationen derselben zu schließen, und endlich:

Drittens aus diesen erkannten Größen die ande-

Digitized by Google

ren Eigenschaften bestimmen, wo sodann durch die Uebereinstimmung mit der Wirklichkeit die Bestätigung der Theorie hervorgehen müßte. Ebenso würde auch die Bestimmung aller Naturerscheinungen, der Electricitätsvibrationen, der Aequivalentengewichte ꝛc. auf mathematische Weise zu vollbringen sein, und so sieht man, wie das Wesen der Materie und der Naturkräfte einmal erkannt, alle übrige Naturerkenntniß zu einem einzigen mathematischen Problem werden kann, welches ich den Mathematikern als Ziel ihrer Bestrebungen empfehle, und in dem die gegenwärtigen mathematischen Theorien, als die Mechanik, die Theorie des Schalles und des Lichts, sowie die Gravitationstheorie ꝛc. blos als einzelne Theile derselben erscheinen würden.

Endlich wären nur noch aus der begründeten Naturerkenntniß die Consequenzen derselben über das Wachsen der Pflanzen, über das Leben der Thiere und über die geistigen Fähigkeiten des Menschen, sowie über das geistige Wesen der Welt, (welches sich in der sie durchdringenden Vernunft offenbart,) über Gott — zu ziehen, woraus sodann, wie wir gezeigt haben, die wahre Religionslehre und die Bestimmungen über die Moral und über das Recht hervorgehen werden, und die Erkenntniß in ihrem vollen Umfange begründet sein.

Druck von Otto Wigand in Leipzig.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Förster Bruch